

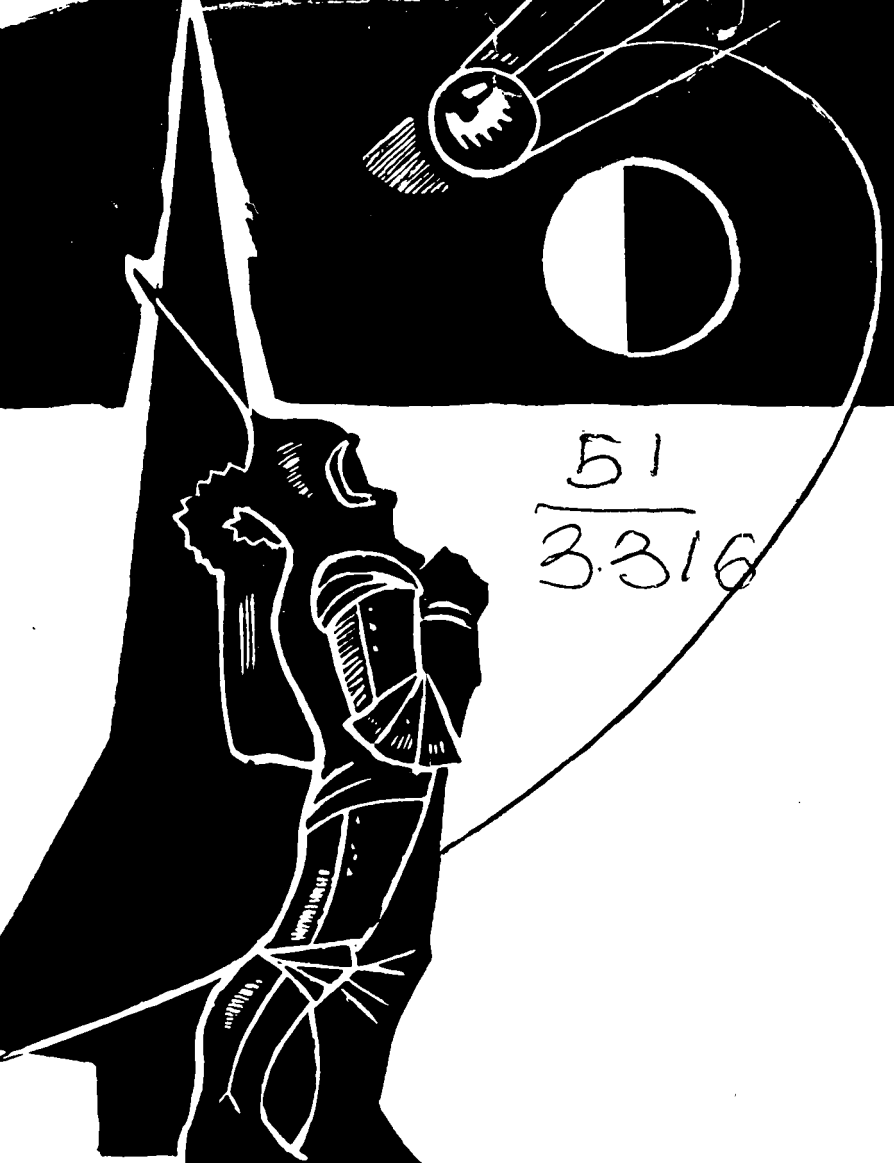
+

З. ШУКСТОВА

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО

1 9 6 2

СВЕРДЛОВСКОЕ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО



51
—
3.316

НАЗ
Е

АЯ
СР

61
—
3316

7059 $\frac{18}{63}$

Художник В. Волович



Звездное небо... Сколько лет вызывает оно в сознании человека эстетические образы прекрасного и возвышенного. Зачастую небо пробуждало в человеке тревогу и страх, грозя таинственными и непонятными силами.

Однако не праздное любование красотами звездного неба, не простая любознательность перед его неизвестными тайнами заставили первобытные народы следить за движением Солнца, Луны и звезд. Звездное небо уже на заре развития человеческого общества дало ключ к решению многих практических вопросов. За несколько тысяч лет до нашей эры древние земледельческие народы, обитавшие в плодородных долинах Китая, Индии и Египта, на основе наблюдений звездного неба, передававшихся из поколения в поколение, обнаружили периодичность многих явлений природы. Они установили периоды смены лунных фаз, перемещение Луны и Солнца среди созвездий, смену времен года и связь этого явления на Земле с изменениями на звездном небе,

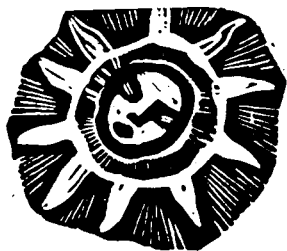
звели понятие суток и года, научились определять время, вести календарный счет дней и событий. В дальнейшем роль астрономических знаний в практической жизни общества настолько возросла, что в странах Востока выделилась особая каста жрецов, важнейшей обязанностью которых были постоянные наблюдения за светилами.

Сосредоточив в своих руках накопленные в течение веков знания о небесных явлениях, они старались скрыть их от простого народа, утверждали, что только им, «избранникам бога», доверены тайны мира. На основе наблюдений звездного неба жрецы составляли календари, предвычисляли периоды разливов рек, благоприятные сроки начала земледельческих работ. Важные сведения о небе жрецы использовали в эксплуататорских целях, чтобы держать простой народ в зависимости, подчинении и страхе перед силою неведомого божества.

Наблюдения звездного неба приобрели особо важное значение, когда стали развиваться торговля и мореплавание, когда нужно было перевозить товары через обширные азиатские пустыни и плавать на судах в открытом море.

Звезды являются надежными ориентирами, с помощью которых можно определить местоположение на





Земле, найти свой путь в безбрежном океане. Смело отправиться в путь мог лишь тот путешественник или мореплаватель, который знал небесную азбуку и умел ориентироваться по Солнцу и звездам.

Практический интерес к звездному небу особенно возрос в эпоху великих географических открытий. Знаменитые мореплаватели Колумб, Васка да

Гама, Магеллан были первыми европейцами, которые узнали не только новые земли, но и новые звезды южного неба, не видимые в Европе. Хорошо зная звездное небо, они уверенно вели свои корабли в неизведанные земли, часто в течение многих недель не видя берегов. безошибочно определяли свой путь и местоположение среди водной стихии. И сейчас о путях-дорогах первых мореплавателей — открывателей новых земель — рассказывают звезды, под которыми проходили их корабли.

Путеводные звезды и поныне помогают героическим исследователям Арктики, Антарктиды и других малоизученных территорий нашей планеты. Исключительно велика роль далеких маяков — путеводных звезд в наши дни, когда, благодаря достижениям человеческого разума, удалось осуществить вековую дерзновенную мечту человечества — преодолеть оковы земного притяжения и проникнуть в космическое пространство.

Знание звездного неба помогает ученым с большой точностью рассчитать курс межпланетного корабля и

осуществить по звездам последующий контроль за его движением.

Без тщательного изучения явлений, происходящих на звездном небе, нельзя было бы узнать о положении Земли в пространстве, о ее вращении вокруг своей оси и вокруг Солнца, познать закономерности движения планет и строения солнечной системы, установить место Солнца в мире звезд, подойти к решению вопроса о происхождении и развитии небесных тел.

Представления о звездном небе, о строении Вселенной формировались постепенно, на всем протяжении истории человечества. Они дополнялись, уточнялись и совершенствовались с накоплением знаний об окружающем мире, в процессе развития науки и производства. Формирование научных представлений происходило в ожесточенной борьбе с поверхностными, иллюзорными и фантастическими взглядами, основанными на религиозных представлениях, которые возникли на заре человеческой культуры. Такие представления были в какой-то степени естественными для того времени. В самом деле, люди тогда обладали чрезвычайно узким кругозором, скудными знаниями и средствами для изучения окружающего мира, они всецело находились во власти грозных и неведомых сил природы, которые часто ими обожествлялись. Из непосредственных наблюдений люди могли видеть только результаты и следствия многих сложных явлений природы, в то время как их причины и сущность оставались на протяжении веков непознанной тайной.

Религия насаждала нелепые, фантастические представления о Земле и небе, объявляя эти мифы вечными,

нерушимыми истинами. Позднее такие представления были узаконены в «священных книгах» христианской религии как «откровение божие». На все вопросы, почему происходит то или иное явление, религия дает один и тот же ответ: «Так хочет бог» или «На то воля божья». Проповедники самых различных религий на протяжении многих веков внушали людям страх и покорность перед далеким, неведомым небом — «прибежищем» таинственных, сверхъестественных сил, жилищем «всевидающих» и «всезнающих» богов, предрешающих судьбы истории и каждого отдельного человека на Земле. Верующим внушали, что в природе существуют два различных, непохожих друг на друга мира: мир земной — греховный, несовершенный, преходящий, и мир небесный — совершенный, лучезарно-светлый, непорочный, вечный.

Сказки о небе использовались религией для отвлечения верующих от земной жизни. Согласно религиозным учениям о «прелестях» потусторонней жизни человеку ничего не оставалось, как уповать на недостижимое небо, искать там защиты и избавления от социальной несправедливости и бед на Земле.

Религия всегда препятствовала развитию подлинной науки о небе и распространению всего нового, что ста-

новилось известным в процессе познания Вселенной. Подвергались жестокому осуждению, проклятиям и изгнанию многие ученые древнего мира, которые высказывали смелые идеи о строении Вселенной, несовместимые с нелепыми картинами мироздания в библейских





фолиантах. Но, несмотря на жестокости и преследования, пытливая мысль человека пробивала себе дорогу, подрывая многовековые устои обветшавшего религиозного миропредставления.

Даже в эпоху Возрождения — эпоху бурного расцвета наук и искусств — церковь выступала как угнетатель свободной материалистической науки о небе. Именно церковники наложили запрет на книгу гениального Николая Коперника (1473—1543). 17 февраля 1600 года христианская церковь совершила величайшее преступление перед наукой и человечеством. На Площади цветов в Риме по велению «святейшей инквизиции» был сожжен великий итальянский мыслитель Джордано Бруно (1548—1600).

Церковь преследовала великого итальянца Галилео Галилея (1564—1642) — видного философа, математика, физика и астронома, который не только отстаивал идею единства земного и небесного, но и подтвердил ее астрономическими наблюдениями, применив впервые для изучения Вселенной зрительную трубу.

Наш соотечественник, великий русский ученый энциклопедист Михаил Васильевич Ломоносов (1711—1765), который одним из первых в России широко популяризировал передовые идеи о Вселенной и боролся за призна-

ние учения Коперника, неоднократно подвергался предупреждениям «священного синода», выступавшего в роли «всевышнего цензора».

В наше время борьба между наукой и религией носит не менее ожесточенный характер, чем во времена Коперника, Бруно, Галилея. Правда, теперь эта борьба не касается вопросов о месте Земли и Солнца в пространстве. Она ведется по актуальным проблемам современной астрономии, в особенности по тем вопросам, в которых наука испытывает значительные затруднения (вопросы происхождения и развития небесных тел, бесконечности Вселенной и другие).

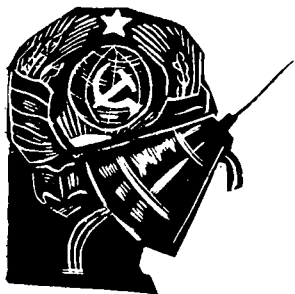
Советские люди проявляют огромный интерес к новым естественнонаучным проблемам. Все меньше и меньше людей опираются на божественные сказки о небе, верят в так называемые «небесные знамения» и загробную жизнь. Свободный человек будущего коммунистического общества, творец своего счастья и активный борец за него, убежден, что только наука дает нам правильное представление об окружающем мире. Современный человек, глядя в бездонное звездное небо, не видит там ничего сверхъестественного, божественного, необычного. Он восстал против «власти неба», без страха и покорности исследует все новые и новые явления во Вселенной, раскрывает ее неведомые тайны.



Окружающий нас безграничный мир — Вселенная — не что иное, как непрерывно движущаяся и закономерно развивающаяся материя. Все многообразие совершающихся в ней процессов и явлений есть лишь разные формы и ступени развития единой материи. Всевозможные физические процессы, протекающие в глубинах космического пространства, изучаются в наши дни с помощью мощных оптических телескопов и радиотелескопов. И хотя предмет исследования находится очень далеко от глаз и приборов ученого, явления во Вселенной изучаются с такой же достоверностью, как и разнообразные процессы на Земле.

Запуск искусственных спутников и космических ракет открыл новую эру в развитии астрономии, науки о небе, превращая ее из чисто наблюдательной в экспериментальную. Посылая сложнейшие приборы в космос, можно активно вторгаться в исследуемые области, наиболее детально изучать собственную планету и окружающий ее мир. Летящие вне Земли научные лаборатории, впервые посланные в космос советским человеком, уже принесли новые уникальные данные о физике Земли, о верхних слоях ее атмосферы, о структуре околоземного и окололунного пространства, новые сведения о Луне, особенно о той ее части, которая никогда не наблюдается с Земли.

Недалеко то время, когда тяжелые, оборудованные сложной научной аппаратурой, управляемые космические корабли доставят человека к далеким Марсу и Венере. Залогом этого являются беспримерные полеты вокруг Земли на космических кораблях «Восток-1» и «Восток-2» советских космонавтов Юрия Гагарина и Герма-



на Титова. Пройдут многие годы, человек достигнет далеких планет, а может быть, и звезд, но имена Юрия Гагарина и Германа Титова всегда останутся в истории науки, как имена людей, впервые увидевших нашу Землю и окружающий ее звездный мир из космической дали.

Читая воспоминания первых космонавтов, мы узнаем, как много внимания уделяли они изучению астрономии и звездного неба, готовясь к первым полетам в космос. Эти знания помогли им глубже и шире воспринимать необычные явления, которые происходят за пределами Земли.

В век покорения космоса, когда усилиями разума и рук человека созданы мощные ракеты, развивающие скорости, сравнимые со скоростями движения небесных тел, перед астрономией возникают новые задачи. Прославленная астрономическая точность оказалась недостаточной. При расчетах траекторий межпланетных кораблей с гарантийным попаданием на ту или иную планету солнечной системы и последующим возвращением на родную Землю необходимо располагать более точными данными о размерах планетных орбит и скоростях движения планет вокруг Солнца, уметь надежно вычислять местоположение посланца Земли на фоне простирающегося над нами звездного неба, определять место Земли на небе других планет, с которыми будет установлена связь.

Звездное небо превратится в штурманскую карту пилота межпланетного корабля.

По мере дальнейшего проникновения в космос и накопления более глубоких сведений о необъятной Вселенной практическая роль знаний о звездном небе будет все больше и больше возрастать.

Неукротимо стремление человеческого разума к знаниям. По образному выражению основоположника телескопической астрономии Галилея, Вселенная — это вечно открытая книга, которую человечество не устанет читать, а чтобы понять эту книгу, надо знать ту азбуку и письмена, которыми она написана. Первое знакомство с великой книгой природы начинается с изучения и наблюдения звездного неба.

Этой небольшой книжкой мы хотим облегчить читателю изучение звездного неба и происходящих на нем явлений, в частности — помочь тем нашим землякам-уральцам, любителям и друзьям астрономии, которые самостоятельно ведут наблюдения звездного неба.



ЗЕМЛЯ
КОСМОС



Как только сгущаются сумерки, на темном фоне безоблачного неба начинает сверкать множество ярких и слабых светлячков — звезд. Они причудливым узором устилают куполообразную поверхность небесного свода.

В глубокой древности люди считали, что нашу Землю действительно окружает прозрачный свод — «небесная твердь». К этому своду якобы прикреплены звезды, Луна, Солнце. Недостигаемое куполообразное небо было воплощением замкнутости, ограниченности и конечности Вселенной. Эти ошибочные представления, как и убеждение в неподвижности Земли и ее центральном положении во Вселенной, порождались непосредственными впечатлениями неопытного наблюдателя, часто не умевшего отличить кажущееся от действительного. Подобные взгляды еще были как-то объяснимы в те далекие времена, когда человек только начинал изучать окружающий мир. Однако, благодаря прямой поддержке церковников, эти вымыслы иногда сохраняются и по сей день.



Так, например, в Англии и сегодня существует кружок мракобесов, именующий себя «Международным Научным обществом по исследованию земной плоскости», члены которого утверждают, что Земля плоская и напоминает большое блюдо, а сплошным куполом над ним висит «небесная твердь».

Разве не дико, что в эпоху космических полетов и покорения космоса еще есть люди, отстаивающие такие средневековые представления?!

Члены этого «научного общества» действуют согласно известному изречению: «Если факты не подтверждают наших теорий, то тем хуже для фактов».

Вот что заявил ученый секретарь этого «общества» Сэмюэль Трэнтон из Дувра, когда его спросили, что он думает о полете в космос Юрия Гагарина. Не смущаясь, Трэнтон ответил: «Я убежден, что Гагарин смог приземлиться именно потому, что она (Земля.— *ЗШ.*) плоская и имеет форму блюда, так что он и описал над ним круг — вот и все...»

Но такие заявления — это уже пережитки прошлого, и никто не принимает это «научное общество» всерьез.

Сейчас наука располагает точными сведениями о форме и размерах нашей планеты. Изучены особенности строения ее континентов и дна океанов, поставлена проблема всестороннего изучения недр Земли. Самые глубокие скважины для научных исследований земной коры пока еще имеют глубину всего 7700 метров, в то время как радиус Земли — около 6400 километров. Много тайн и неожиданностей могут встретить ученые на пути проникновения во внутренние слои Земли. Мы еще не все узнали о нашей Земле. Тем более мы многого не зна-

ем о бесконечной Вселенной, окружающей нас. Но наука с каждым годом все более овладевает тайнами мироздания и, значительное количество научных открытий, подтвержденных практикой, имеет характер объективных истин.

Современной наукой доказано, что никакой «тверди небесной», ограничивающей пространство Вселенной, не существует. В этом пространстве движется неисчислимое множество звездных миров, происходят сложные процессы их рождения, развития и гибели.

Что же такое небо? Какой смысл мы вкладываем в это понятие? Почему оно выглядит в виде опрокинутой над нами полусферы?

Небо — это раскрывающаяся перед нами беспредельная Вселенная, рассматриваемая сквозь воздушную оболочку Земли — ее атмосферу. Земная атмосфера играет при этом роль своеобразного занавеса, через который из космического пространства проникают лучи от далеких миров. Тщательно изучая эти лучи, удалось узнать свойства космического пространства и физическую природу находящихся там небесных тел.

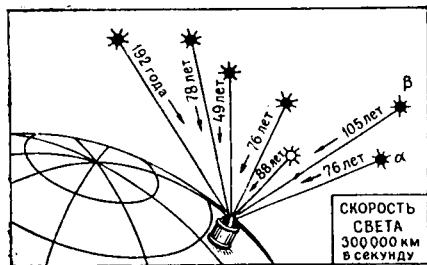
Звезды расположены на огромных расстояниях от Земли. Одни звезды ближе к нам, другие — дальше. Свет от них идет к Земле годы, десятки, сотни, а от некоторых — и многие тысячи лет. Даже от самой близкой к нам звезды — Проксимы, которая находится в невидимом с территории СССР южном созвездии Центавра, свет идет 4 года 3 месяца 20 дней. Воображаемый полет к этой звезде на самолете ТУ-104 продлился бы (без остановок) около 4,5 миллиона лет. Даже ракете, стремительно движущейся с третьей космической скоростью,

когда она может преодолеть оковы притяжения Солнца и уйти за пределы солнечной системы (эта скорость должна быть более 16,7 км/сек.), пришлось бы затратить на рейс к Проксиме Центавра около 100 тысяч лет. А ведь близких к Солнцу звезд очень мало.

Одной из наиболее близких к нам звезд является и блестящий Сириус, звезда южного неба, сверкающая и над нашим горизонтом в долгие зимние ночи. Световой луч от этой звезды несется до Земли 8,7 года. Другие звезды расположены значительно дальше. Вот, к примеру, всем хорошо знакомый ковш Большой Медведицы. Как далеки от нас звезды этого семизвездия? Посмотрите на рисунок 1. Здесь отмечено время, за которое световой луч доходит от звезд ковша до Земли.

Расстояния до звезд так велики, что их неудобно измерять в километрах, как неудобно было бы измерять

Рис. 1



расстояние от Свердловска до Москвы в миллиметрах. Получается число, которое даже не имеет названия. Поэтому астрономы ввели несколько более крупных единиц для выражения расстояний от звезд. Одной из них является световой год — это расстояние, которое свет проходит за год.

С расстояний в десятки и сотни световых лет даже самые гигантские звезды, во много раз превосходящие наше Солнце, видны как точки, независимо от того, слабый или мощный телескоп мы используем для их наблюдения. Правда, чем сильнее телескоп, тем больше таких точек увидим мы на одном и том же участке неба.

Звезды настолько удалены от нас, что человеческий глаз не в состоянии ощутить разницу в их расстоянии. В каком бы направлении мы ни посмотрели, нам кажется, что все звезды равно удалены от Земли, образуют над нашей головой звездный фон — куполообразное небо.

Вспомним аналогичные примеры из повседневной жизни. Наш глаз довольно хорошо ощущает разницу в расстояниях сравнительно недалеко расположенных от нас предметов. Чем они дальше, тем уверенность становится меньше, а предметы, находящиеся на расстоянии в несколько километров, кажутся нам уже одинаково удаленными, — они, подобно далеким звездам, образуют единый фон. Луна и планеты несравненно ближе к Земле, чем звезды, и тем не менее тоже очень далеки от нас. Расстояния до них во много-много раз превосходят пути до самых далеких от нас видимых предметов в земных условиях. Вот поэтому и они кажутся нам такими же неопределенно далекими, как звезды. Луну, планеты и звезды мы видим на фоне одного и того же неба.

Каким бы опытным ни был наблюдатель, он не сможет непосредственно измерить линейное расстояние до космического тела. Прямым наблюдениям доступны только угловые измерения. Имея какой-либо угломерный прибор, мы сможем довольно легко измерить угол

между направлениями к двум светящимся точкам. Тем самым мы измерим угол, под которым идут в пространстве световые лучи от двух выбранных нами звезд. Чем меньше окажется этот угол, тем ближе наблюдаются эти звезды на фоне неба. Но видимая близость двух светил на небесном своде ничего не говорит о их пространственной близости. Так, например, угол между световыми лучами, идущими от двух крайних звезд ковша Большой Медведицы, равен 5° . Эти звезды поэтому довольно близко расположены друг от друга на небе. В действительности, как уже знаете (рис. 1), расстояния между ними в пространстве велики: до одной звезды 76 световых лет, а до другой — 105. На сколько миллиардов километров отделены они одна от другой в пространстве!

Видимое на фоне неба, а не реальное соседство звезд в пространстве было использовано при разделении всего неба на отдельные весьма крупные участки — созвездия. Чаще всего в одном созвездии оказываются звезды, находящиеся на разном расстоянии от Земли. Между тем, на фоне некоторых созвездий можно видеть довольно компактные сгущения звезд, которые и в пространстве образуют тесные звездные группы. Наиболее известными звездными скоплениями такого рода являются Плеяды и Гиады в созвездии Тельца. Самые яркие звезды этих скоплений хорошо видны невооруженным глазом.

Сейчас наука располагает значительными сведениями о строении весьма удаленных от нас уголков Вселенной. Все звезды, видимые нами непосредственно и с помощью мощных телескопов, образуют в пространстве колоссальную систему, объединяющую свыше 100 миллиардов звезд. Ее называют Галактикой.

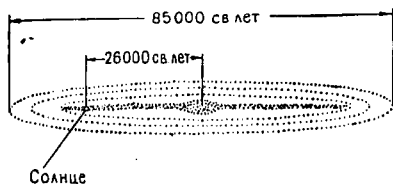


Рис. 2

Размеры Галактики таковы, что свет от одного ее края до другого идет в течение 85 000 лет (рис. 21)! Часть Галактики, в которой концентрируется наибольшее число звезд, образует на видимой поверхности небесно-

го свода слабосветящуюся полосу Млечного Пути. Здесь звезд так много, так густо и близко расположены друг к другу идущие от них световые лучи, что без телескопа мы не в состоянии разглядеть отдельных звезд. Только наиболее близкие и яркие четко вырисовываются на фоне Млечного Пути.

Соседом нашей Галактики в пространстве является звездная система, которую мы видим в направлении созвездия Андромеды, эта галактика многим известна под названием «туманности Андромеды». Только необычайная удаленность ее от нашей планеты придает целой звездной системе, состоящей из миллиардов звезд, вид туманного пятна... Световой луч проходит расстояние от этой галактики до Земли за время свыше одного миллиона лет. Получая снимок туманности Андромеды, фотографируя ее спектр, наблюдая там вспышки новых и сверхновых звезд, мы знаем, что все явления, которые мы зафиксировали с Земли, произошли на самом деле более миллиона лет назад, когда только-только появились первые люди на Земле. Сейчас обнаружено свыше

двух миллионов других галактик, расположенных намного дальше, чем туманность Андромеды.

Проницающая способность современных телескопов такова, что у нас есть сведения о мирах, луч света от которых идет к Земле около полумиллиарда лет. Так далеко они расположены!

Все окружающие нас небесные тела движутся с огромными скоростями, меняя свое местоположение как относительно друг друга, так и относительно Солнца, одной из звезд нашей Галактики. И все-таки, когда бы мы ни посмотрели на ясное звездное небо, мы всегда видим над собой один и тот же узор созвездий: взаимное расположение звезд на небе остается неизменным. В чем причина этого постоянства?

Кстати сказать, на основании этого в самые незапамятные времена ученые древности пришли к ложному выводу о неизменности и вечности неба, о неподвижности звезд и нашей Земли в пространстве. В течение многих веков эти представления казались правильными прежде всего потому, что люди того времени, не зная строения внешнего мира, не находили на небе подтверждения общеизвестных и постоянно наблюдаемых явлений на Земле. Как известно, наблюдая земные предметы, мы легко ощущаем перемещение более близких предметов относительно более далеких в тех случаях, когда движется какой-либо предмет, или сам наблюдатель, или же когда происходит то и другое. По наблюдению таких видимых сдвигов одних предметов по отношению к другим можно обнаружить и свое движение, если даже оно происходит плавно и равномерно и не ощущается наблюдателем.

Почему же мы не наблюдаем подобного явления в мире звезд? Почему звезды «скрывают» от нас движение нашей Земли и свое собственное движение в пространстве?

Современной наукой установлено, что звезды и наше Солнце с системой планет движутся в пространстве с огромными скоростями — в десятки и даже сотни километров в секунду. Однако расстояния до звезд так велики, что эти движения на глаз остаются незамеченными. Всей жизни одного человека не хватает, чтобы увидеть какие-либо перемены в созвездиях. Эти изменения настолько малы, что люди, жившие две тысячи лет назад, в период расцвета греко-римской культуры, видели звездное небо почти таким же, каким мы видим его сейчас. Лишь спустя десятки тысяч лет можно установить заметные изменения в очертании фигур созвездий.

Только сравнивая современное расположение звезд в созвездиях со старинными их описаниями в специальных каталогах, ученые убедились в том, что «неподвижные» звезды изменяют свое положение на небе. Особенно ценный материал о движении звезд в пространстве, а следовательно, и об изменении их видимых мест на небе, дает астрономическая фотография. На снимках точно запечатлевается состояние неба в момент съемки.

Астрофотографии, фиксирующие состояние и расположение звезд, накапливаются из года в год и бережно хранятся на крупных обсерваториях. С помощью точнейших измерительных приборов ученые могут заметить мельчайшие изменения во взаимном расположении звезд.

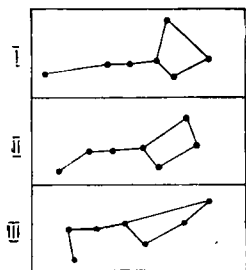


Рис. 3

сравнивая фотографии одних и тех же участков неба, снятые в разные годы. Если известны величина углового перемещения звезды на небе и направление этого сдвига, то можно описать вид неба в будущем, а также рассказать о его прошлом, восстановить картину звездного неба, которую наблюдали наши далекие предки.

Знакомые уже нам семь ярких звезд Большой Медведицы 50 000 лет назад не имели ничего общего с ковшом (рис. 3, I), а за последующие 50 000 лет эти же звезды по-новому сгруппируются на небесном своде (рис. 3, III). Не менее разительные перемены произойдут и в других созвездиях за такой же длительный период времени (рис. 4).

Итак, собственные движения звезд в короткие интервалы времени не сказываются на их видимом расположении в созвездиях.

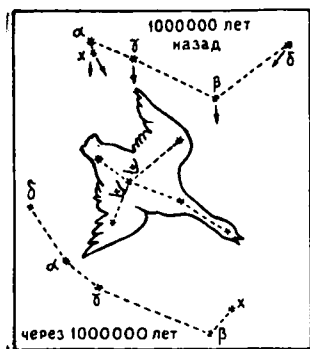
А влияет ли на видимое расположение звезд движение Земли? Ведь она, как и все небесные тела, движется в пространстве. При суточном движении любая точка земной поверхности описывает круг, параллельный экватору. Величина этого круга зависит от места точки на Земле. В то время как пункты земного экватора за одну секунду проходят в пространстве путь на восток, равный 465 метрам (1650 километров в час), и за сутки описывают наибольшую географическую параллель —

окружность экватора длиною приблизительно в 40 000 километров,— пункты, находящиеся севернее или южнее экватора, описывают меньшие окружности и движутся с меньшей линейной скоростью.

На широте Свердловска ($56^{\circ}49'$ с. ш.) продвижение на восток составляет всего 253 метра в секунду (900 км в час), а размер всей параллели на этой широте почти вдвое меньше окружности экватора (рис. 5).

Земля нам кажется необъятной. Но этот шар, имеющий диаметр около 12,8 тысячи километров, в бесконечной Вселенной — всего лишь песчинка. Размеры Земли несоизмеримы с расстояниями до звезд, и поэтому знакомые нам созвездия, например, Большой и Малой Медведиц при наблюдении с разных мест Земли, будь то с экватора, полюса или же с любой промежуточной широты, будут выглядеть одинаково.

Рис. 4.



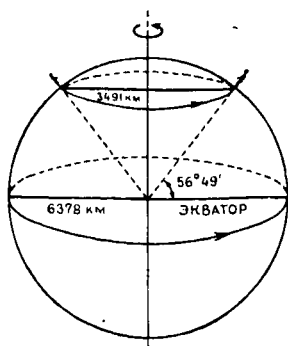
Описывая вместе с Землей в течение суток большую или меньшую географическую параллель, мы наблюдаем окружающую нас звездную Вселенную как бы из одной точки — точечной Земли.

Кроме того, Земля обращается вокруг Солнца по орбите, близкой к окружности, со скоростью 30 километров в секунду и в течение часа проходит в пространстве путь около ста тысяч километров. Среднее расстояние Земли

до Солнца в 23 тысячи раз больше радиуса Земли и составляет 149,5 миллиона километров. Это расстояние свет проходит за 8 минут 18 секунд.

Через каждые полгода земной наблюдатель рассматривает звездный мир с разных точек пространства, отстоящих одна от другой на расстоянии около 300 миллионов километров. И тем не менее к этому перемещению Земли и наблюдателя в пространстве большинство звезд также остается безучастным. В любое время года созвездия имеют один и тот же вид. Исключение составляют только наиболее близкие звезды, те, что отстоят от нас на расстояние не более нескольких десятков световых лет. Только они в течение года совершают на небе едва заметные колебания в соответствии с движением Земли по орбите, имеют так называемый годичный параллакс (рис. 6).

Рис. 5.



Открытие годичного параллакса у близких звезд (1837—1838 годы) доказывает движение Земли вокруг Солнца и используется в астрономии для определения расстояний до этих звезд. Ничтожно малые значения годичных параллаксов еще раз говорят о чрезвычайно малых размерах не только Земли, но и ее орбиты по сравнению с огромными расстояниями до звезд. Например, с ближайшей звезды (Проксима Цен-

тавра) поперечник земной орбиты в 300 миллионов километров виден под углом всего в $1'',5$. Под таким углом рассматривается отрезок в 1 сантиметр с расстояния в 3 километра.

Напомним читателю еще об одном движении Земли совместно со всей солнечной системой. Солнце, будучи одной из звезд Галактики, движется в пространстве со скоростью около 20 км/сек. Оно уносит с собой семейство планет, в том числе и Землю, в направлении созвездий Лиры и Геркулеса приблизительно на два поперечника земной орбиты (или 600 миллионов километров) в год. Но и это движение приводит к ничтожно малым изменениям в относительном расположении звезд. И тем не менее ученые могут учесть все отмеченные выше, хотя и предельно малые, изменения.

Проникновение человека в космос заставляет задуматься о виде звездного неба при наблюдении с Луны или какой-либо планеты солнечной системы.

Как будут выглядеть там созвездия? Сможет ли их узнать будущий космонавт, хорошо знающий земное небо?

Луна — очень близкое к нам небесное тело, оно обращается вокруг Земли на расстоянии около 60 земных радиусов, что составляет в среднем 384 000 километров.

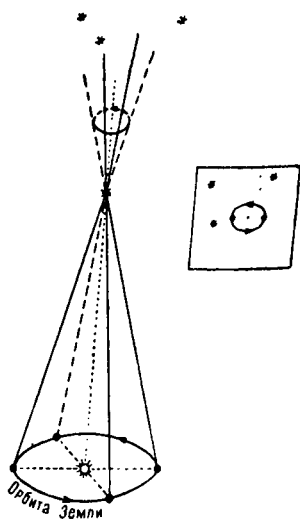


Рис. 6.

Это расстояние в 400 раз меньше расстояния от Земли до Солнца. Поэтому перемещение земного наблюдателя на Луну не вызовет каких-либо ощутимых изменений во взаимном расположении звезд. Звездная карта, составленная на Земле, останется справедливой для лунного неба.

Таким же привычным для нас будет звездное небо при наблюдении с Марса и Венеры, поскольку и эти планеты сравнительно недалеко от Земли. Перенесение станции наблюдения в космос, на другие, более далекие планеты, может привести лишь к небольшим

корректурам на звездных картах. Ведь размеры солнечной системы очень велики только по сравнению с Землей, но они ничтожно малы по сравнению с расстояниями до звезд.

Небо других планет солнечной системы существенно отличается от земного только величиной Солнца и, ко-

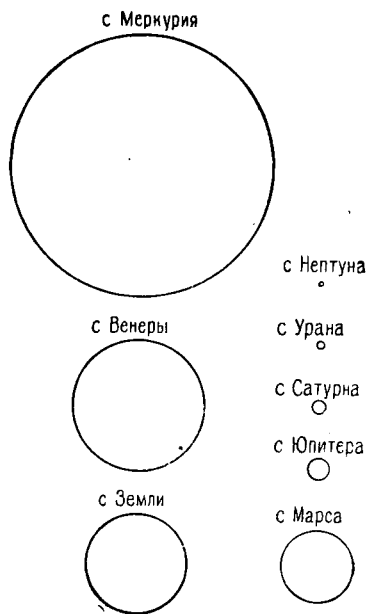


Рис. 7.

нечно, видом самой Земли и других планет. По мере приближения к центру солнечной системы угловой поперечник Солнца возрастает, усиливается действие его излучений, и наоборот, чем ближе к границам солнечной системы, тем все более и более ослабевают солнечный свет и тепло, заметно уменьшаются видимые размеры Солнца (рис. 7). В районе Марса, например, диск Солнца уменьшится всего в полтора раза, а уже на орбите Сатурна Солнце будет выглядеть едва приметным кружком, диаметр которого $3' - 4'$ (а на орбите Земли — около $30'$). Тем более малой звездой будет оно видно с Плутона, который в среднем расположен в 40 раз дальше от Солнца, чем Земля. Но если на небе Сатурна, а тем более на небе Урана, Нептуна или Плутона трудно найти Солнце, то несравненно труднее было бы наблюдателю увидеть на небе этих планет нашу маленькую Землю. Вследствие близости к Солнцу она, как светлячок вокруг прожектора, кружит вокруг Солнца, так что ее не так просто разглядеть невооруженным глазом.

Изменение вида Солнца и Земли на фоне «весьма стандартного остова» — звездного фона, будет служить надежным ориентиром для будущих капитанов космических кораблей. Автоматический угломер, измеряющий поперечники Земли и Солнца (линейные поперечники их хорошо известны), позволит космонавтам узнать, на какое расстояние они удалятся от Солнца и родной планеты.

Настанет время, когда человек выйдет за пределы солнечной системы и совершит полеты к далеким звездам. Тогда несколько изменится видимое расположение самых близких звезд в созвездиях, да наше Солнце

превратится в рядовую звезду. «Остов» же звездной карты с изображениями огромного большинства звезд, а тем более галактик останется прежним. При полетах к Проксиме или блестящему Сириусу астрономам будущего придется учесть те возможные перемены, которые произойдут на небе по мере проникновения в космос, определить в каком созвездии окажется наше «незаметное» Солнце. Возможно, что придется искать другие, принципиально новые способы ориентировки в пространстве. Но и в эти далекие от нас времена звездное небо будет служить навигационной картой, по которой пилот звездолета найдет дорогу к Солнцу — путеводной звезде, указывающей путь к родной Земле.



А Т М О
С Ф Е Р А
И Н Е Б О



Беспредельный звездный мир мы наблюдаем через атмосферу Земли, находясь на дне воздушного океана. Земная атмосфера простирается примерно на три тысячи километров над поверхностью Земли. Это установлено теперь достаточно точно с помощью искусственных спутников и космических ракет. Резкой границы атмосферы нет, она постепенно переходит в межпланетную среду, заполненную чрезвычайно разреженным газом и твердыми частицами. Сейчас наука располагает разносторонними, хотя еще и неполными, сведениями о процессах, которые происходят на разных высотах в земной атмосфере.

Воздушная оболочка Земли состоит из 36 различных газов и газовых соединений, находящихся главным образом в молекулярном состоянии. Основными из них являются азот (78%), кислород (20%), водяной пар (в среднем 2%) и ничтожно малое количество углекислоты, озона и других газов, которые концентрируются главным образом в нижнем, наиболее плотном слое

атмосферы, простирающемся на 10—15 километров. В этом слое сосредоточено до 90% массы всей атмосферы. Плотность ее быстро убывает с возрастанием высоты. Уже на высоте в 80 километров плотность составляет всего одну миллионную долю плотности у поверхности Земли. В то время как под действием давления всей толщи атмосферы столбик ртути у поверхности Земли в среднем поднимается на 760 мм, на высоте в 80 километров атмосфера настолько разрежена, что она может поднять столбик ртути всего на миллионную долю ее уровня у поверхности Земли. Посудите сами, можно ли было бы применять здесь для измерения атмосферного давления обыкновенный ртутный барометр?!

На протяжении многих десятков километров над Землей сохраняется примерно тот же газовый состав атмосферы, что и у поверхности Земли. Только на высотах свыше ста километров химический состав атмосферы претерпевает заметные изменения. Здесь молекулы азота и кислорода уже почти отсутствуют. С переходом к межпланетной среде начинает доминировать водород, который наиболее часто встречается во Вселенной. Он является главной составной частью Солнца и большинства звезд, заполняет собой чрезвычайно разреженную межпланетную и межзвездную среду.

Во взвешенном состоянии в наиболее плотных слоях атмосферы «плавают» твердые частицы в виде пыли и дыма, кристалликов льда и снега, а также остатки от сгорания метеорных тел. Земная атмосфера — непрерывно волнующийся океан. Одни воздушные потоки сменяются здесь другими. До высоты 100 километров над Землей разыгрываются невероятной силы атмосферные

бури, проносятся ураганные ветры. В результате непрерывного перемешивания и постоянной циркуляции газов и устанавливается сравнительно постоянный газовый состав. Только озон не смешивается с другими газами. Он сосредоточивается в узком слое с максимальной концентрацией на высоте около 30 километров над поверхностью Земли. Как своеобразный фильтр, озон почти полностью поглощает ультрафиолетовую радиацию Солнца.

Такой же устойчивостью к перемешиванию обладают слои с повышенной электронной и ионной концентрацией, образующие так называемую ионосферу.

Велика роль этих слоев в жизни человека XX века. Каждый из них обладает замечательным свойством. Подобно огромному сферическому зеркалу, простирающемуся над всей поверхностью Земли, эти слои отражают радиоволны. Благодаря им и осуществляется дальняя радиосвязь на коротких волнах.

Современной наукой доказано, что существование ионосферных слоев связано с постоянно воздействующим на Землю ультрафиолетовым излучением Солнца.

Толща земной атмосферы кажется нам довольно прозрачной, тем не менее она в значительной мере поглощает и ослабляет приходящие извне излучения, в том числе и вредно действующие на живую клетку. Чтобы представить, насколько велико поглощение света атмосферой Земли, вспомним вид Солнца у горизонта. Проникший через наиболее плотные, насыщенные водяным паром и пылью слои атмосферы, солнечный свет уже не мешает глазу, и мы спокойно можем смотреть на оранжево-красный диск Солнца.

Атмосфера, подобно сложному светофильтру, пропускает на Землю лишь определенные участки электромагнитного спектра: так, например, беспрепятственно проникает на Землю видимый свет с длиной волны от 0,4 до 0,8 микрона и радиоволны от одного до 20 метров.

Находясь на дне воздушного океана, невозможно практически изучать космические лучи, ультрафиолетовую и рентгеновскую радиацию Солнца, коротковолновое излучение далеких звезд и галактик, а между тем исследование этих излучений играет колоссальную роль в познании многих физических явлений во Вселенной. Восполнить этот пробел удалось только путем запуска высотных геофизических ракет, искусственных спутников и космических ракет, посланных в сторону Луны и Венеры. Приборы, установленные на них, позволили начать эксперимент по исследованию недоступных с Земли излучений, а также детально изучить земную атмосферу.

Одним из крупнейших достижений науки стало открытие радиационных поясов Земли, или «геококоны». Эти пояса представляют собой зоны повышенной концентрации заряженных частиц больших энергий, кото-

рые были захвачены магнитным полем земли. Схематическое расположение этих зон дано на рисунке 9. Первый максимум находится на расстоянии 500—1000 километров, другой — на расстоянии около 25 000 километров от поверхности Земли. Только

Рис. 8.



на удалении 7—8 радиусов Земли в направлении земного экватора устанавливается «нормальная» концентрация космических частиц: она становится в среднем такой же, какую мы наблюдаем с помощью наземных приборов — счетчиков космических частиц.

Сейчас еще не вполне ясно, как образуется «геокорона», не изучены многие физические процессы в ней, но ее открытие имеет чрезвычайно важное значение в подготовке безопасных полетов человека в космос.

Несмотря на ограниченную прозрачность земной атмосферы, современная астрономия, применяя мощные телескопы и радиотелескопы, располагает богатыми сведениями о физической природе и движении далеких небесных тел. Большинство из них собрано на основе изучения световых лучей, поступающих к нам из глубин мирового пространства.

Образ звездного неба мы обычно связываем с темными ночами. Но почему же небо в другое время суток меняет свое свечение и окраску? Почему, например, днем мы не видим звезд? Причиной этого является опять-таки земная атмосфера, которая хорошо рассеивает свет, в том числе — солнечный. Вследствие этого «светит» как бы все небо, вся окружающая нас атмосфера. Солнце посылает нам так много лучистой энергии, что даже его рассеянный свет оказывается во много раз сильнее блеска самых ярких звезд. Поэтому они «тускнеют» и теряются из виду на фоне дневного неба.

Днем увидеть звезды можно только в короткие периоды полных солнечных затмений. В это время ослепительный диск Солнца полностью закрывается Луной, и часть земной поверхности, куда падает тень от Луны,

на короткое время лишается яркого солнечного света. Ведь корона Солнца посылает приблизительно в миллион раз меньше света, чем его блестящая фотосфера.

Сейчас никто не сомневается, что яркое светлое небо — это рассеянный свет Солнца. Каким абсурдом и нелепостью звучит библейская сказка о том, что бог вначале отделил свет от тьмы, а затем, через несколько дней, «создал» Солнце.

Атмосфера Земли по-разному рассеивает световые лучи разного цвета, как бы «сортирует» их. Видимый солнечный свет, как известно, состоит из множества простых разноцветных лучей. Разложение солнечного света в спектр (радужную полоску) легко наблюдать при прохождении лучей Солнца через стеклянную призму или любую граненую стеклянную поверхность. Подобное явление часто наблюдается в земной атмосфере в виде радуги и галосов — цветных кругов вокруг Луны и Солнца¹. Мельчайшие частицы воздуха — молекулы газов — в большей степени рассеивают коротковолновые голубые и синие лучи. Этим и объясняется голубоватая окраска ясного дневного неба. Частицы дыма, пыли, капельки водяного пара крупнее, они рассеивают главным образом длинноволновую часть солнечного спектра — красные и смежные с ними оранжевые и желтые лучи. Чем больше в атмосфере таких взвешенных посто-

¹ Роль призмы в атмосфере при образовании радуги играют взвешенные в ней капельки воды. При образовании галосов в морозную погоду роль призмы играют кристаллики льда, находящиеся в атмосфере.

ронных примесей, тем сильнее меняется яркость и цветовая окраска небосвода, от голубого к красному цвету.

Не раз волновали наше воображение изумительные по красоте картины восхода и захода Солнца, причудливая окраска облаков неба. Многочисленные переходы от одной цветовой гаммы к другой зависят от строения надземных и более высоких слоев атмосферы, а также от степени освещения их лучами Солнца. Окраску неба создают в основном нижние слои атмосферы, где плотность воздуха более значительна, где сравнительно много посторонних примесей. Когда мы поднимаемся вверх, небо все более темнеет, и цветовые картины постепенно ослабевают. Летчики и стратонавты, которые поднимались в дневное время на высоты более 15 километров, видели небо темным, темно-синим. На фоне такого неба уже днем видны самые яркие светила.

Много строилось догадок, каким должно выглядеть небо вне атмосферы.

Теперь уже излишни догадки. Совершен полет вокруг Земли, и наш первый космонавт Юрий Гагарин, наблюдавший Землю и Вселенную с высоты в 300 километров, рассказывает: «Она (Земля) окружена ореолом нежно-голубоватого цвета. Затем эта полоса постепенно темнеет, становится бирюзовой, синей, фиолетовой и переходит в угольно-черный цвет...» А небо? «Совершенно черное небо выглядело вспаханным полем, засеваемым зерном звезд. Они яркие и чистые, словно перевеянные. Солнце тоже удивительно яркое, невооруженным глазом, даже зажмурившись, смотреть на него невозможно. Оно, наверное, во много десятков, а то и в сотни раз ярче,

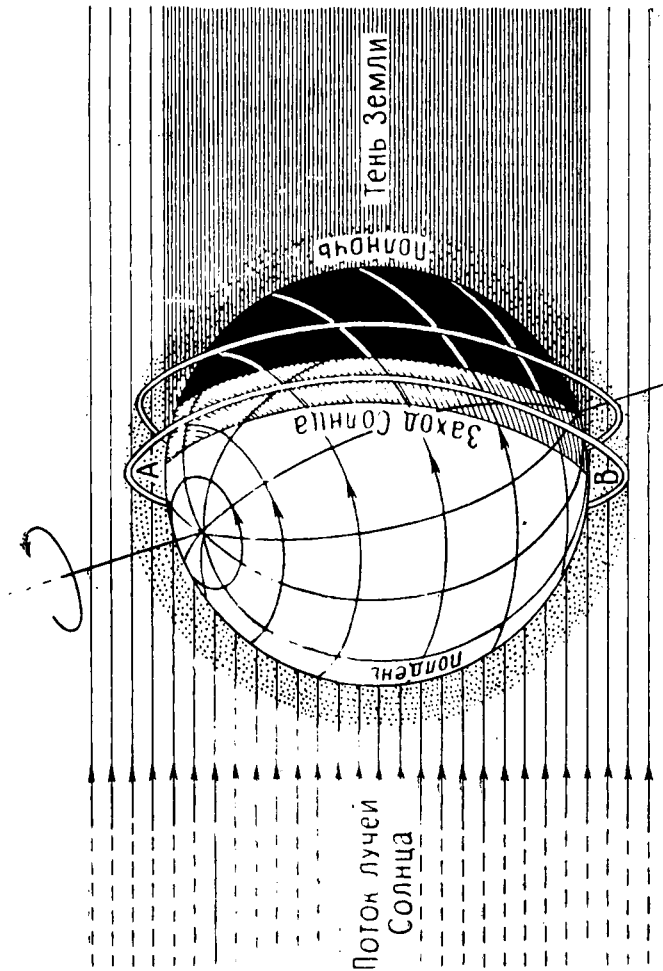


Рис. 9.

чем мы его видим с Земли. Ярче, чем расплавленный металл...»¹

Какое богатство ощущений, какие возможности дальнейшего познания Земли и космического пространства таит в себе подобные вторжения человека в космос!

Рассеянием солнечного света атмосферой Земли вызываются также и сумерки, постепенный переход от дня к ночи и наоборот.

В пунктах, где происходит восход или заход Солнца, его лучи идут по касательной линии к шарообразной поверхности Земли. Там в данный момент Солнце видят на горизонте. Эти пункты находятся на границе освещенности. Такой границей будет круг, охватывающий шарообразную Землю. Он расположен в плоскости, перпендикулярной потоку солнечных лучей, и делит Землю на темное ночное и освещенное дневное полушария. На рис. 9 граница освещенности обозначена буквами АВ. Обратите внимание на вечернюю сторону Земли, на ту область, где недавно наблюдали заход Солнца. Это пункты, расположенные восточнее границы освещенности АВ. Здесь Солнце уже скрылось за выпуклостью Земли и находится под горизонтом. Сюда не проникают прямые лучи Солнца, но полной темноты здесь пока еще нет. Не достигая самой поверхности Земли, солнечные лучи еще долгое время освещают вначале все слои воздуха над этой территорией, а затем — лишь более высокие разреженные слои. Сумерки здесь постепенно угасают, и на темнеющем фоне неба становятся видны звезды.

¹ Гагарин Ю. А. Дорога к звездам. Изд. «Правда», 1961, стр. 137.

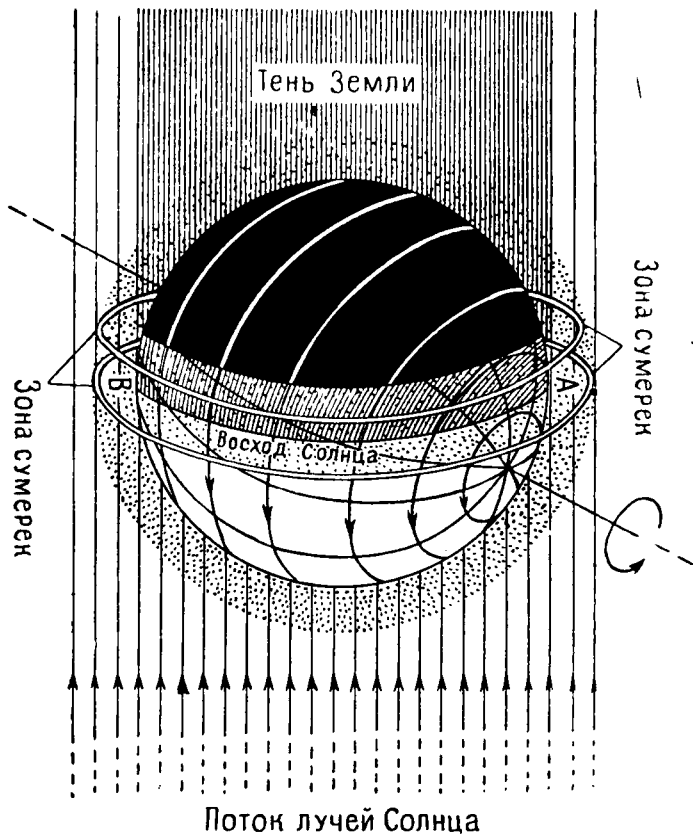


Рис. 10.

Утром это явление протекает в обратном порядке. На линии АВ (рис. 10) видят восход Солнца. А к западу от границы освещенности (АВ) Солнце еще не появилось, но небо светлеет. Это светится атмосфера, вначале высокие, а затем более низкие ее слои. Здесь близится рассвет. Вследствие суточного вращения Земли (с запада на восток, или против хода часовой стрелки, если смотреть со стороны Северного полюса) пункты земного шара выходят постепенно из неосвещенного полушария, где небо темное, а затем попадают в зону освещенной Солнцем атмосферы. Постепенно светает, на светлом фоне неба угасают звезды и планеты. Еще небольшой поворот Земли вокруг оси — и здесь увидят восход Солнца...

В один и тот же момент времени на земном шаре найдется множество мест, где небо темное и отчетливо видны звезды, где наступают рассвет или вечерние сумерки, а также и таких мест, где на ясном небе ярко светит Солнце. При суточном вращении Земли граница дня и ночи, а следовательно и связанная с ней область сумерек, постепенно передвигаются по земной поверхности.

Длительность сумерек зависит от широты места и времени года. В течение года, как известно, происходит изменение освещенности северного и южного полушарий Земли. Причиной этого является наклон земной оси к плоскости орбиты. Из-за этого на Земле меняется расположение границы дня и ночи относительно полюсов, по-разному распределяется солнечное тепло между северным и южным полушариями нашей планеты, меняются тепловые сезоны.

На рисунках 9 и 10 граница дня и ночи показана для периода, когда Солнце лучше освещает северное полушарие, а в области от Северного полюса до полярного круга не заходит совсем — здесь наблюдаются полярные дни.

В это же время во всем северном полушарии Солнце выше поднимается над горизонтом, светит дольше, а ночи становятся более короткими и светлыми. Севернее 59-й параллели в середине лета совсем не наступает полной темноты. При суточном вращении Земли Солнце здесь настолько мало опускается под горизонт, что в течение непродолжительной и очень светлой ночи оно продолжает освещать атмосферу над этими географическими параллелями. Короткие и светлые ночи, когда можно обойтись без искусственного освещения, называют в астрономии непрерывными сумерками, или «белыми» ночами. Белые ночи на Земле являются спутниками полярного дня. Их можно наблюдать в определенное время года вблизи тех широт, где Солнце круглосуточно не заходит.

Само собой разумеется, что в летнее время на северных широтах почти полностью исключаются наблюдения звездного неба, ибо звезды во время таких «белых» ночей не видны. Начиная же с осени, а в особенности зимой, уже спустя час-два после захода, Солнце глубоко опускается под горизонт, и его лучи перестают освещать даже верхние слои атмосферы. Тогда небо быстро темнеет, и на его фоне четко выступают звезды. Это лучший период для наблюдений неба на наших широтах.

Только на южных широтах (южнее 45-й параллели) продолжительность сумерек почти одинакова во все

времена года. Здесь летом и зимой небо оказывается темным. Астрономы стремятся использовать это преимущество южных широт. Именно здесь они создают крупнейшие обсерватории для изучения наиболее слабых и удаленных объектов Вселенной.

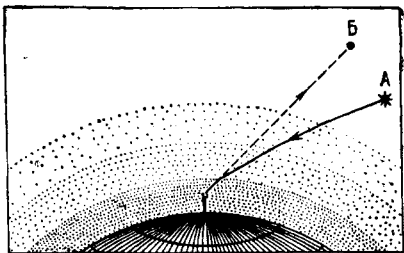


Рис. 11.

А вот еще одно явление, связанное с атмосферой. Как известно из физики, лучи света, проходя границу двух сред, имеющих различную оптическую плотность, испытывают на границе раздела преломление. Физики такое явление называют рефракцией. Она происходит и в атмосфере Земли. Поэтому процесс преломления лучей в атмосфере получил название астрономической рефракции.

По мере проникновения в более плотные слои (их приближенно можно рассматривать параллельными поверхности Земли) луч света все заметнее отклоняется от того направления, по которому он распространялся за пределами атмосферы. Поэтому, как показано на рисунке 11, наблюдатель, находящийся у поверхности Земли, увидит звезду не там, где она находится в действительности, а несколько выше. Сильнее всего искажается направление световых лучей в самых плотных слоях, у горизонта. Здесь рефракция достигает своего максимума, поднимая светило на угол свыше $0^{\circ},5$.

Напомним читателю, что угловой поперечник Солнца, видимый с Земли, также составляет $0^{\circ},5$. Вот почему, когда мы видим Солнце касающимся линии горизонта, оно уже опустилось под горизонт. Это атмосферная рефракция приподняла его диск над Землей. Так рефракция удлиняет день. Правда, эта «прибавка» невелика и зависит от широты места и времени года. Проще всего привести пример для земного экватора, где теоретически день всегда равен ночи. Продление дня рефракцией составляет здесь всего 4 минуты. Совместное влияние рефракции и сумеречных явлений приводит к тому, что на экваторе Земли в течение 13 с лишним часов даже в ясную погоду не удастся видеть звезд.

Но вот перед нами распростерт бархат ночного неба, усыпанного звездами. Мы обычно видим их слегка дрожащими и быстро меняющими свою окраску и блеск, мерцающими. Мерцание звезд связано с особенностями атмосферы и ничего общего не имеет с природой самих звезд. Их свет вне атмосферы спокоен и ровен.

В воздушном океане постоянно движутся более или менее плотные струи и потоки, по-разному преломляющие свет. Проходя постоянно движущиеся воздушные массы различной плотности, световой луч многократно изменяет свое направление, колеблется, дрожит, «мерцает». В атмосфере всегда есть взвешенные капельки воды, кристаллики льда, поэтому, помимо колебания луча, происходит разложение его в спектр, из-за чего звезда переливается всевозможными цветами радуги. В зависимости от насыщения воздуха такого рода частицами и неоднородности атмосферы мерцание и переливы окраски звезды проявляются сильнее или слабее.

Почему же мы не ощущаем заметного мерцания света планет, Луны, Солнца? Почему их свет атмосфера изменить не может?

Звезды, находясь на огромном расстоянии от Земли, кажутся точками, посылают к нам предельно узкие световые пучки, которые мы видим как один луч. В каждый данный момент времени такой луч встречает на своем пути неоднородные потоки воздуха, по-разному преломляется ими. Эта случайная «игра» одиночного луча и воспринимается как мерцание.

Луна и Солнце, вследствие близости к Земле, имеют весьма крупные диски. Они посылают к Земле довольно широкие пучки лучей. Каждый единичный луч в этом пучке мерцает, но их очень много, и влияние атмосферы на множество лучей приводит к выравниванию их суммарного света.

В самом деле, в широком пучке лучей вместе с разложением отдельных лучей на элементарные цвета происходит и сложение лучей в сложный свет. Чем больше видимая поверхность тела, тем, как правило, полнее «выравнивание», и мерцание становится неосязаемым.

Планеты тоже можно рассматривать как диски, хотя и крошечные (для их рассмотрения достаточно применить небольшой телескоп). В этом случае полного «выравнивания» света уже не происходит. Но по сравнению со звездами свет планет, который они отражают от Солнца, более спокоен, и мерцание почти не заметно.

Присмотревшись, нетрудно убедиться, что сильнее мерцают светила, видимые вблизи горизонта. В этом случае световые лучи проходят большую толщу самых

плотных и менее однородных слоев, где наиболее активны воздушные потоки, в том числе и вертикальные, возникающие в процессе теплообмена между Землей и прилегающей воздушной оболочкой. Наблюдая планеты низко у горизонта, можно иногда усомниться в том, что они не мерцают.

Мерцание звезд сильно сказывается при наблюдениях с поверхности Земли. На высотах более чем в десять километров оно практически отсутствует. Атмосферные волнения являются неприятной помехой при астрономических наблюдениях, в особенности при работе с крупными телескопами. Это является одной из причин, почему астрономы на практике не пользуются чрезмерно большими увеличениями, хотя технически они возможны.

Мы видели, как много ограничений и помех чинит астрономам атмосфера Земли. Чтобы получить безупречное суждение о том или ином явлении во Вселенной, астрономы должны уметь «отсорттировать все лишнее», что внесла атмосфера. Они очень внимательно подходят к анализу атмосферных условий во время наблюдений и оценивают качество изображений по пятибалльной шкале, подразумевая при этом «поведение» атмосферы. Чтобы ослабить влияние атмосферных помех и создать условия для более эффективной работы телескопов, в особенности мощных, астрономические обсерватории строят в горах, вдали от городов, где воздух более чист и прозрачен.

Перенесемся вперед, в сравнительно недалекое будущее. После успешного прилунения советской ракеты и проникновения человека в космос все ближе и ближе тот день, когда нога человека коснется поверхности

Луны. Каким увидят небо космонавты, прибывшие на Луну? Можно ли на Луне увидеть цветовые эффекты неба, наблюдать сумеречные явления и мерцание звезд, встретиться с рефракцией и поглощением многих излучений? Конечно, нет! Из самых тщательных наблюдений за Луной установлено, что наш вечный спутник практически не имеет атмосферы. Поэтому небо Луны в любое время долгих лунных суток, которые продолжаются 29,5 земных суток, будет черным. На черном бархате лунного неба без атмосферных и метеорологических помех можно всегда видеть немерцающие звезды, четкие изображения планет.

Представим себе, что космонавт, прилунившись на ночной половине нашего спутника, дождался того дня, когда в том месте лунной поверхности, где он находится, из мрака появляется Солнце. Померкнут ли звезды? Читатель уже знает, что этого не случится. Солнце с его колоссальной лучистой короной здесь сверкает в окружении звезд.

Но насколько ярок солнечный диск! Взглянуть на него опасно. Встречая лунный день, надо тщательно предохранять глаза от ослепительного света Солнца. Кстати, и костюм космонавта, помимо многих качеств, необходимых для пребывания человека на Луне, должен быть прекрасным термостатом: чем ближе к полудню, тем сильнее накаляется поверхность Луны¹. На солнечном склоне лунной горы градусник может показать выше 100° С.

¹ На Луне от восхода Солнца до полудня (первая половина лунного дня) проходит около недели.

Естественно, что космонавту целесообразнее находиться у границы дня и ночи. Но она, вследствие вращения Луны вокруг своей оси, медленно сдвигается на восток. При длительном пребывании на Луне космонавту придется также двигаться на восток, оставаясь сравнительно недалеко от этой границы.

Самым крупным по величине небесным телом на лунном небе будет, несомненно, наша Земля. Ведь ее поперечник в четыре раза больше лунного. Следовательно, на лунном небе угловой поперечник Земли составит 2° ! Но Солнце на небе Луны останется почти таким же, как и на Земле. Правда, этот раскаленный газовый шар всегда будет выглядеть ослепительным круглым диском, а Земля, отражающая солнечный свет, будет менять свой вид, или фазы, подобно Луне на земном небе.

Прекрасным украшением нашей планеты окажется ее атмосфера. Голубым ореолом будут окутаны ее горы и поля, моря и океаны.

Отсутствие атмосферы на Луне в век покорения космоса может быть использовано для создания там постоянно или периодически действующей автоматической обсерватории, которая будет передавать на Землю необычайно ценные сведения о процессах, происходящих на Солнце, на Земле и других планетах солнечной системы, посылать нам более полные и точные сведения о природе далеких миров Вселенной, которые невозможно получить при наземных наблюдениях.



ВРЕМЯ
НАБЛЮ
ДЕНИЯ
ЗВЕЗДНО
ГО НЕБА



Если вы посмотрите на небо часов в 11 вечера и постараетесь запомнить расположение звезд, а затем вновь повторите наблюдения под утро, вы сразу заметите, как изменился общий вид звездного неба. Сохранилось расположение созвездий относительно друг друга, но вся гигантская звездная панорама оказалась повернутой вокруг Земли и сдвинутой в направлении движения часовой стрелки. Одни созвездия за это время заметно поднялись над горизонтом, другие склонились низко над Землей. Меняется вид звездного неба и в разные времена года — зимой, весной, летом и осенью.

Картину видимого суточного движения светил можно запечатлеть в ночное время, наведя фотоаппарат на Полярную звезду. На рисунке 12 приведен снимок «следов», которые оставили звезды на фотографической пластинке за несколько часов своего движения. В центре — точка, Полярная звезда. Все остальные звезды описывают вокруг нее концентрические круги, причем чем



Рис. 12.

ближе звезда к Полярной, тем меньший круг описывает она на небе. Эти видимые круги являются результатом вращения Земли.

Представим себе, что мы находимся на волчке, который с большой скоростью вращается на полу посередине комнаты. Нам покажется, что мимо нас с такой же угловой скоростью, но в обратном

направлении движутся стены, предметы, а волчок стоит неподвижно. Так воспринимается необъятная Вселенная с вращающейся Земли. Каждый оборот ее вокруг оси сопровождается кажущимся поворотом всего звездного купола вокруг воображаемой линии, являющейся продолжением в пространстве земной оси. Эту линию называют осью мира, а точки, в которых они встречаются с видимой поверхностью небесной сферы, называются полюсами мира (северным и южным). В каждом полушарии Земли доступен для наблюдений только один из них, другой загораживается Землей. Вот почему нам, жителям северного полушария, и кажется, что весь небесный свод вращается вокруг одной точки — северного полюса мира.

На Земле северный полюс мира находится вблизи Полярной звезды, поэтому ее положение остается почти неизменным. На самом же деле Полярная находится на расстоянии менее 1° от северного полюса мира. Такой угол в пространстве образует световой луч к Полярной с продолженной осью Земли.

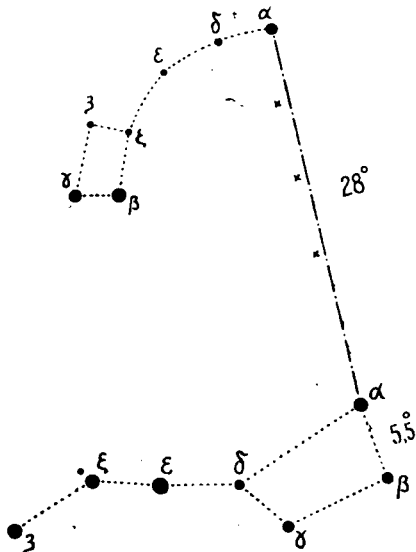
Полярную звезду очень легко найти по крайним звездам ковша Большой Медведицы, которые обозначают

буквами греческого алфавита α и β . Проведя прямую линию на небе через эти звезды и отложив вдоль нее по направлению от β к α расстояние примерно в 5 раз большее чем промежуток между ними, мы найдем звезду α Малой Медведицы, которую мы обычно называем Полярной (рис. 13).

Но всегда ли полюс мира был так близок к этой звезде? Всегда ли она была Полярной, то есть указывала место полюса мира на небе?

Рис. 13.

Оказывается, за длительные периоды времени положение полюса мира среди созвездий заметно изменяется. Это явление было впервые обнаружено крупнейшим астрономом древности Гиппархом и названо прецессией. Две тысячи лет назад полюс мира был близок к звезде α Дракона. Тогда видимое вращение всего неба происходило вокруг нее. Через 12 000 лет полюс мира будет расположен недалеко от самой яркой звезды



северного неба — Веги. А спустя 26 000 лет полюс мира вновь вернется к α Малой Медведицы.

Причина прецессии состоит в движении земной оси. Под действием векового ускорения в процессе суточного вращения Земли наша планета приняла форму тела, заметно сжатого у полюсов, — эллипсоида. Основная масса Земли поэтому сосредоточена у ее экватора. Согласно законам механики, любое тело подобной формы и строения, если на него действует посторонняя сила, должно вращаться наподобие гироскопа (волчка). «Возмутителем» земной оси является притяжение со стороны Луны, Солнца и в незначительной степени — других планет.

Этим объясняется «качание» земной оси, или ее прецессия. Ось Земли, сохраняя постоянный наклон к плоскости земной орбиты, совершает медленное колебательное движение по конусу. Именно поэтому и «блуждает» полюс мира среди звезд.

Движение полюса мира происходит довольно медленно, поэтому пройдет не одно столетие, а Полярная все еще останется близко к полюсу мира.

В результате суточного вращения Земли вокруг ее оси изменяется расположение Солнца и звезд относительно горизонта и меридиана. Каждая из звезд, в том числе и Солнце, восходит на востоке, движется на юг, все выше поднимаясь над горизонтом, потом переходит в западную часть неба, где через некоторое время скрывается за горизонтом. Как же определить стороны горизонта, узнать, в каком направлении видно то или иное светило, куда оно движется? Ответ на этот вопрос тоже можно получить из наблюдений звездного неба. Есть

много способов ориентировки, но самым простым и доступным для любого человека является ориентировка по Полярной звезде или по Солнцу.

Ориентировка, или нахождение на местности сторон горизонта (север, юг, восток, запад), сводится в конечном счете к тому, чтобы найти направление географического меридиана.

Всем известно, что географические меридианы — воображаемые полукруги на Земле, проходящие через избранную точку и оба полюса Земли. Их можно рисовать на глобусе, на карте и мысленно провести на местности. Определив меридиан данного места, мы узнаем, в каком направлении следует двигаться по шарообразной поверхности Земли, чтобы достичь ее северного или южного полюса. Движение с севера на юг или, наоборот, с юга на север — это и есть движение вдоль линии географического меридиана. Для определения этой линии на Земле нам придется воспользоваться небесными ориентирами.

Представим вначале неограниченную в пространстве плоскость, являющуюся продолжением того или иного земного меридиана. Эту плоскость в астрономии называют плоскостью небесного меридиана. Для того чтобы понять, чем она замечательна, обратимся к общеизвестной теореме из геометрии. Мы всегда можем построить плоскость и причем единственную, если будут заданы две линии, линия и точка вне ее или же три точки, не лежащие на одной прямой.

При построении плоскости небесного меридиана, неразрывно связанного с заданным географическим меридианом, отыщем две линии в пространстве, которые

находятся в этой искомой плоскости. Одна из таких линий — это ось мира. Приблизненно оно совпадает с направлением на Полярную звезду. Вследствие малых размеров нашей планеты по сравнению с расстояниями до звезд это направление из любого места Земли окажется параллельным ее оси вращения. Но одно это направление еще не определяет положения плоскости меридиана точки наблюдения. Вторым ориентировочным направлением является отвесная линия, которая указывает направление действия силы тяжести и совпадает практически с продолженным радиусом Земли в заданном месте. Продолжим эту линию мысленно вверх, получим на небе наивысшую над нашей головой точку — зенит.

Итак, мы нашли два направления (на полюс и зенит), которые определяют плоскость меридиана географического, а также и небесного. Где бы мы ни находились на географическом меридиане, данная плоскость, безгранично продолженная вдаль, пройдет на небе через 2 точки: полюс мира (Полярную) и зенит над головой наблюдателя.

Но заметим, что угловое расстояние между этими точками на небе в разных местах будет различным. В астрономии вместо плоскости небесного меридиана очень часто пользуются небесным меридианом. Это большой круг небесной сферы, который образуется при пересечении плоскости меридиана с воображаемым куполообразным сводом. Такой круг мысленно очень легко провести на небе, ведь он пройдет через те же две точки — полюс и зенит. Линия небесного меридиана является условной границей раздела двух полушарий небесной сферы — восточного и западного.

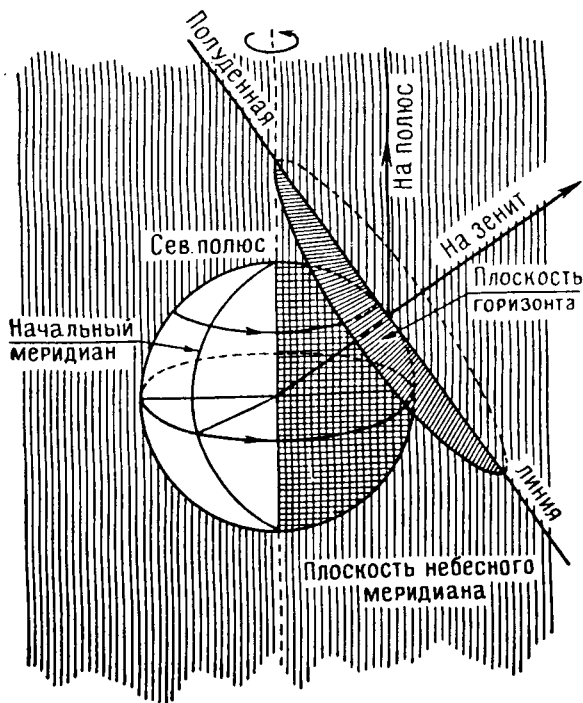


Рис. 14.

Обратимся к рисунку 14. Здесь изображен земной шар, отмечены начальный меридиан (он проходит через гринвичскую обсерваторию) и два других меридиана,

долготы которых различаются на 180° . На одном из них (к востоку от Гринвича) находится наш наблюдатель. Над его головой — зенит. Перед ним сверкает Полярная. От себя и через эти точки он мысленно провел в пространстве беспредельную плоскость. Это и есть плоскость небесного меридиана. На рисунке она показана штриховкой. Как видно, с шарообразной поверхностью Земли эта плоскость «встречается» по линии географического меридиана. Если перед наблюдателем постоянно сияет Полярная, значит, он движется на север. Позади наблюдателя тогда находится юг, справа — восток, а слева — запад.

Вследствие кривизны Земли видимость вдаль сравнительно невелика. На равнинной местности предметы, удаленные от нас на 5—7 километров, уже сливаются с линией горизонта. Для того чтобы видеть дальше, надо подняться выше над Землей.

Для нас, жителей Земли, наша планета достаточно велика, огромен ее радиус. Видимая нами ограниченная часть ее поверхности нам представляется плоской. Ясно, что и простирающаяся перед нами часть географического меридиана (на несколько километров на север и на юг от той точки, где мы находимся), кажется отрезком прямой.

Представим себе касательную по отношению к Земле или перпендикулярную отвесной линии плоскость. Это плоскость горизонта. В пределах прямой видимости она сливается с земной поверхностью, если, конечно, не учитывать рельефа Земли. По отношению к этой математической плоскости определяются высоты всех светил.

Плоскость горизонта пересекается с уже знакомой нам плоскостью небесного меридиана вдоль прямой, ко-

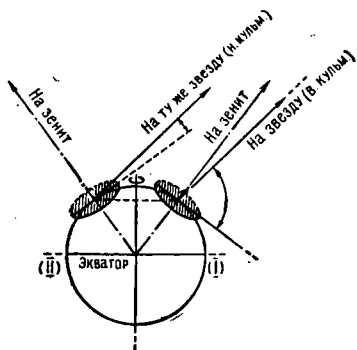


Рис. 15.

географического меридиана. Запомнив, как на ровной площадке располагалась тень в полдень, а это самая короткая тень, легко ориентироваться в данном месте Земли в любое время суток.

В процессе суточного движения земного шара все видимые светила проходят воображаемую линию небесного меридиана. Момент, когда светила находятся на меридиане, называется их кульминацией.

За один оборот Земли вокруг оси одно и то же светило дважды пройдет плоскость небесного меридиана данного пункта, однако видимость светила при этом будет различной. В одном случае оно занимает наивысшее положение над горизонтом (верхняя кульминация), в другом — самое низкое (нижняя кульминация) (рис. 15). Верхняя кульминация происходит в то время,

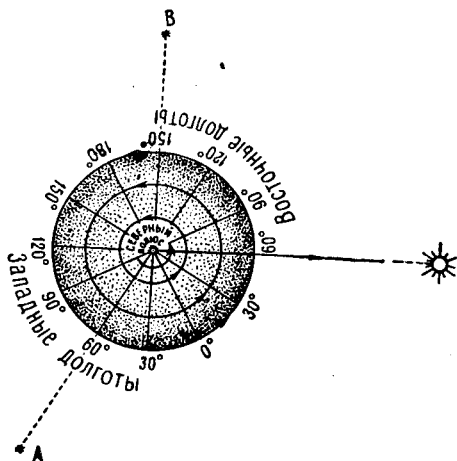
которая касается географического меридиана в точке наблюдения, а в пределах возможной видимости сливается с ним и, значит, указывает направление меридиана (рис. 14). Эту линию издавна называют полуденной. Она названа так потому, что в полдень, когда Солнце находится в плоскости меридиана, отвес отбрасывает тень в направлении этой линии, вдоль

когда географический меридиан обращен в сторону светила (I). Через 12 часов данный географический меридиан, а следовательно и зениты всех пунктов наблюдения на нем будут обращены в противоположную сторону пространства (II).

Наша Земля вращается вокруг собственной оси так плавно, что мы совершенно не ощущаем ее движения. Нам кажется, что мы и наш меридиан неподвижны, а над нами медленно плывет весь небосвод. Отсюда и возникло выражение — «светило в момент кульминации проходит меридиан». На самом деле не светило, а сам меридиан, безгранично продолженный вдаль, «встречает» при своем движении одну, другую, третью звезду, Луну или Солнце. Меридиан вместе с Землей вращается на восток, все светила двигаются в обратном направлении — к западу.

Вечерний час...
Над нами блистают многочисленные звезды. Одни только еще поднялись на востоке, другие заняли наивысшее положение над горизонтом и видны

Рис. 16.



на юге, третьи — вот-вот скроются за выпуклостью Земли в западной стороне небосвода.

Но таким ли будет небо в другом месте Земли в этот же момент? Найдём ли мы там те же звезды и в таком же положении относительно горизонта и меридиана, как и у нас? Очевидно, нет. Ведь Земля шарообразна. Какое-либо созвездие в одном пункте можно видеть в один и тот же момент вблизи восхода, в другом пункте — вблизи захода. И в этот же момент где-то на Земле то же созвездие занимает самое высокое положение над горизонтом.

Рассмотрим рисунок 16. Он представляет вид Земли с ее Северного полюса. В плоскости чертежа располагается земной экватор. Ось Земли перпендикулярна плоскости листа и изображена точкой, вокруг которой вся земная поверхность вращается с запада на восток — против хода часовой стрелки. Любой географический, а следовательно, и соответствующий ему небесный меридиан будет перпендикулярен листу и разделит все окружающее пространство на две половины (полусферы) — западную и восточную, по ходу вращения Земли от плоскости любого заданного меридиана.

На рисунке запечатлен такой момент времени, когда меридиан 60° в. д. (вблизи Свердловска) обращен к Солнцу, то есть во всех пунктах этого — и только этого — меридиана, от северного до южного полюса, наступил полдень — верхняя кульминация Солнца. В это же самое время другие меридианы составляют с направлением на Солнце разнообразные углы, да и Солнце по отношению к плоскости любого другого меридиана расположено неодинаково — к востоку или к западу от него.

Как будет наблюдаться Солнце в этот же момент, например, на меридиане 90° в. д. (между Новосибирском и Красноярском)? В какой стороне неба — восточной или западной?

Тот меридиан уже прошел Солнце, повернувшись к востоку от него на 30° , поэтому Солнце находится в западной стороне неба. Там полдень был два часа назад. В это же самое время меридиан с долготой 0° расположен западнее Солнца (на 60°), и Солнце, следовательно, видят в восточной стороне неба. Здесь до полудня еще далеко. По мере суточного вращения Земли (за 4 минуты она поворачивается на 1°) все географические меридианы изменяют свое положение относительно Солнца. Так, в нашем примере нулевой меридиан через 4 часа займет в пространстве положение меридиана в 60° и будет обращен к Солнцу — на нем наступит полдень. Наблюдая Солнце с нулевого меридиана в течение четырех часов, мы заметили бы, как оно, находясь вначале в восточной стороне неба, постепенно приближается к меридиану, а в полдень окажется на нем. На долготе 90° в. д. за эти же 4 часа Солнце еще дальше отойдет от меридиана на запад.

Ночью мы наблюдаем такие же изменения в положении любой звезды по отношению к плоскости меридиана, как и днем у Солнца.

В суточном вращении Земли все меридианы равноправны. Через определенное время любой меридиан занимает в пространстве положение своего предшественника, и, следовательно, на нем будет видна такая же картина звездного неба, будут появляться, кульминировать и заходить те же звезды. Зная географическую дол-

готу пунктов и угловую скорость вращения Земли, легко определить, насколько раньше или позже наступит полдень в этом месте.

Возьмем два города, расположенных приблизительно на одной и той же географической параллели со Свердловском, например, Красноярск и Ригу. Как будет показано позже, вид неба в местах с одинаковой широтой один и тот же, там одинаково длится день, на ту же высоту поднимаются Солнце и звезды. Долгота же сказывается на времени наблюдения светил, на том, где раньше видят одни и те же звезды, где и насколько раньше наступает полдень.

Долгота Свердловска к востоку от начального (гринвичского) меридиана в часах составляет 4 часа 02 минуты, Красноярска — 6 часов 11 минут, а Риги — всего лишь 1 час 36 минут. Так как земной шар вращается вокруг оси в направлении с запада на восток, то чем дальше расположен тот или иной меридиан от начального меридиана к востоку, тем раньше там кульминируют светила. В Красноярске, например, полдень наступает на 2 часа 9 минут раньше, чем в Свердловске, а в Риге позже, чем в Красноярске, уже на 4 часа 45 минут. Через такие промежутки времени одни и те же звезды в ночное время проходят над этими городами, занимая одинаковое положение.

Жители Хабаровска в любой день встречают восход Солнца на 8 часов 51 минуту раньше, чем жители Парижа, расположенного на той же 48-й параллели. А когда в Париже полдень, Солнце в Хабаровске уже прошло далеко-далеко на запад и скрылось за горизонтом (рис. 17).

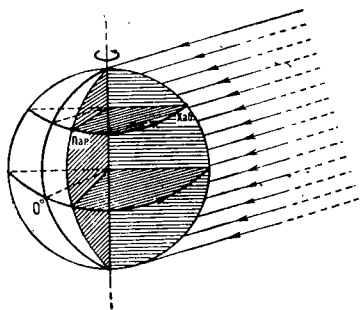


Рис. 17.

Почему же одни звезды ярко сверкают ночью и вечером на темном фоне неба, а другие лишь ненадолго появляются в предутренние часы, незадолго до рассвета? Это связано с тем, как они расположены относительно Солнца в день наблюдения. Для того чтобы узнать, насколько раньше или позже пройдет меридиан

какая-либо звезда по сравнению с Солнцем, надо знать, на сколько градусов западнее или восточнее Солнца она находится, считая в плоскости экватора. На рисунке 16 взят такой день года, когда звезда А расположена на 120° к западу от Солнца, а звезда В — на 90° восточнее его. Поскольку за час Земля поворачивается относительно звезд на 15° в сторону востока, то звезда А будет кульминировать на любом меридиане на 8 часов раньше Солнца (утром). Звезда В, расположенная восточнее Солнца (по ходу суточного движения Земли), пройдет любой меридиан позже Солнца на 6 часов — уже вечером.

Наш читатель уже знает, что в полдень Солнце находится на небесном меридиане, центр его диска указывает на юг, да и высота Солнца оказывается наибольшей за весь день.

Но который час в этот момент? Казалось бы, наш вопрос нелеп. «Конечно же, 12 часов дня», — ответит чи-

татель. Однако это далеко не так... Время на часах в полдень легко определить самым простейшим наблюдением. Установите на местности вертикальный шест и дождитесь момента, когда длина тени от него будет наименьшей. Но сколько покажут ваши часы? На них окажется примерно 13 часов. Причем в одних местах немного больше, в других немного меньше. Ведь на каждом меридиане полдень наступает не одновременно. Например, в Свердловске полдень на восточной границе города наступит секунд на 40 раньше, чем на западной. Нелепо, если мы будем учитывать эту разницу.

В практической жизни на значительной территории земного шара пользуются одним временем. Этому удовлетворяет счет времени по поясам, принятый в большинстве стран мира, в том числе и СССР. В каждом часовом поясе выбирается основной меридиан, временем которого пользуется весь пояс (рис. 18). Это меридианы, отстоящие друг от друга на 15° , начиная от начального (гринвичского). Территория Урала входит в четвертый часовой пояс. Основной меридиан этого пояса имеет долготу 4 часа 0 минут, или 60° к востоку от Гринвича. Когда наступает полдень на этом меридиане, то на часах во всем поясе должно быть одно и то же время — 12 часов.

Возьмем два города — Уфу (долгота 3 часа 44 минуты) и Ирбит (долгота 4 часа 10 минут). Оба они находятся в четвертом поясе. Полдень в Ирбите наступает на деле примерно на 10 минут раньше, чем на основном меридиане, а в Уфе — на 16 минут позже. Таким образом, когда на поясных часах 12 часов, то в Ирбите, расположенном восточнее основного меридиана часового пояса,

полдень уже прошел. Солнце здесь отошло от линии небесного меридиана на запад. На часах читателей Уфы в это время те же 12 часов, но полдень в действительности там наступит только через 16 минут.

Итак, если бы мы пользовались поясной системой счета времени, то вблизи полдня на наших часах было бы приблизительно 12 часов.

Однако в нашей стране уже более тридцати лет тому назад (16 июля 1930 года) декретом правительства введено особое правило в пользовании поясным временем. Все часы были переведены на час вперед. В результате этого московское время (II пояс) стало отличаться от гринвичского не на два часа, а на три, а свердловское (IV пояс) — на пять часов. Введение декретной системы отсчета поясного времени позволило более полно использовать естественный солнечный свет в летний период и, следовательно, сократить расход электроэнергии на нужды освещения. Пользуясь декретным временем, мы сдвигаем свой трудовой день к утру, когда ярко светит Солнце, с тем чтобы на час раньше его завершить в вечернее время суток.

С введением декретного времени пришлось отступить от реального понятия полуночи, введя некоторую условную полночь. Полночь — это момент нижней кульминации Солнца. Между полуднем и полуночью 12 часов. Значит, если в полдень декретные часы показывают около 13 часов, то в полночь на них будет около часу ночи следующего дня. Люди из поколения в поколение привыкли считать, что полночь наступает в 0 часов и в этот момент меняют дату. На самом же деле реальная полночь наступает только спустя час после декретной системы счета вре-

мени. Таким образом, жители Свердловска встречают новый год вовсе не в полночь, как это принято считать, а примерно в 11 часов вечера 31 декабря, если брать не декретную, а реальную полночь.

Вернемся снова к звездам А и В и постараемся более точно определить время их верхней кульминации по декретным часам. Мы уже знаем, что одна из них (А) бывает на любом меридиане на 8 часов раньше Солнца. Значит, эта звезда будет лучше всего видна в 5 часов утра по декретному времени. Звезда В в свою очередь окажется на меридиане в 19 часов.

Но останется ли это время постоянным? Из наблюдений легко установить, что это не так. Кульминации одних и тех же звезд мы будем наблюдать все раньше и раньше. Только через год прежнее время повторится. Чтобы понять причину такого сдвига, познакомимся еще с одним изменением общей картины неба в зависимости от времени наблюдения.

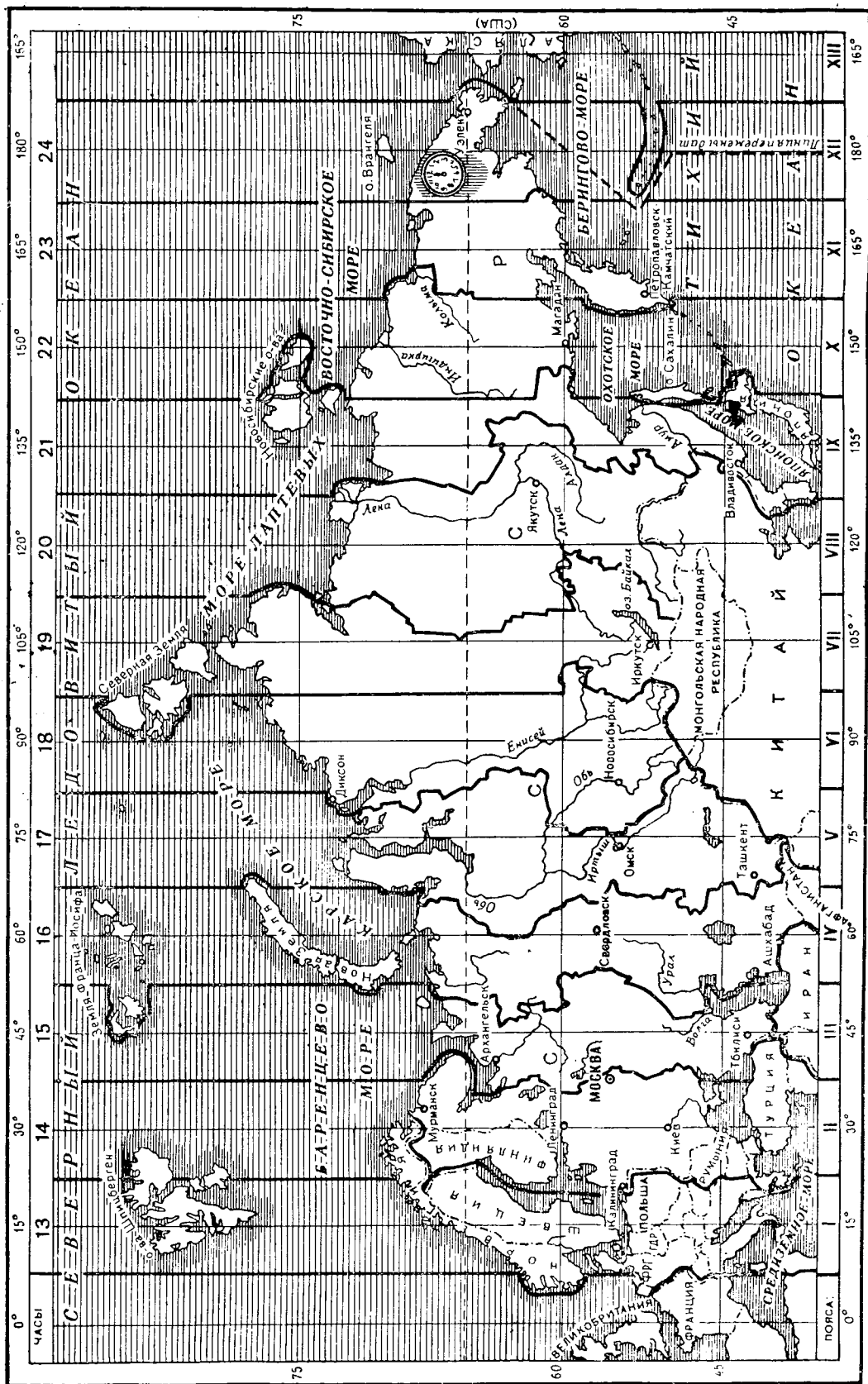
Выйдем на улицу в ясную зимнюю ночь. Бросим взгляд на созвездия... В южной стороне неба ярко сияют звезды созвездия Близнецов. Полночь... На наших часах около 1 часа ночи... Солнце в этот момент находится в северной стороне неба, под горизонтом, вблизи нижней кульминации. Близнецы, таким образом, оказываются противоположными Солнцу: они в южной стороне неба высоко над горизонтом, а Солнце — в северной, под горизонтом.

Пройдет месяц, другой. Снова выйдем в полночь на наблюдение звездного неба. Удивительная картина! Созвездие Близнецов окажется теперь в западной стороне неба, а противоположным Солнцу будет созвездие Льва.

Наблюдая за звездным небом весь год, хотя бы раз в один-два месяца в одно и то же время (например, в полночь,), мы увидим, что противоположными Солнцу будут каждый раз все новые и новые созвездия. Это значит, что Солнце изо дня в день меняет свое место среди неизменного фона звезд.

Еще в незапамятные времена путем неустанных наблюдений за звездным небом люди установили годовое перемещение Солнца среди звезд. Много тысяч лет назад был определен видимый путь Солнца, названный эклиптикой¹, и изучены те созвездия, которые расположены вдоль этой линии. Созвездия, среди которых проходит годовой путь Солнца, называются зодиакальными. В течение весны (март, апрель, май) Солнце продвигается вдоль таких зодиакальных созвездий, как Рыбы, Овен, Телец. В период лета (июнь, июль, август) Солнце проходит созвездия Близнецов, Рака и Льва. Осенью путь Солнца располагается в созвездиях Девы, Весов и Скорпиона, а зимой оно движется в созвездиях Стрельца, Козерога и Водолея. На вечернем и ночном небе мы не сможем найти то зодиакальное созвездие, в котором в данное время года находится Солнце. Звезды этого созвездия, как и смежные с ними созвездия, будут проходить свой суточный путь над горизонтом в дневное время, вместе с Солнцем. Зато другие созвездия зодиака, расположенные восточнее Солнца, будут в эти же дни проходить меридиан позже Солнца и оста-

¹ Слово эклиптика происходит от латинского слова «эклипс», что означает «круг затмений». Уже в древности заметили, что если Солнце и Луна встречаются на этой линии, бывают затмения Солнца или Луны.



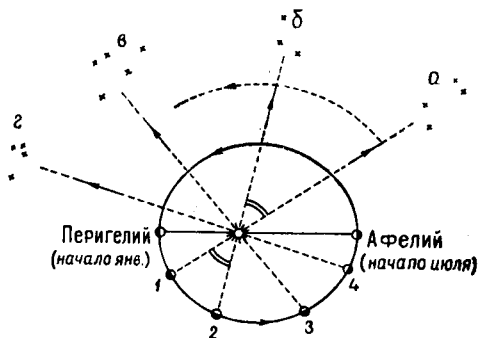
нутя над горизонтом в вечернее время после его захода, например, звезда Б (рис. 16). С другой стороны, созвездия, расположенные западнее Солнца, зайдут за горизонт раньше его и появятся на фоне темного неба лишь утром на востоке (рис. 16, пример со звездой А). Лучше всего наблюдать созвездия, противоположные Солнцу. Они появятся на востоке в то время, когда Солнце находится на западе, то есть вечером. К полуночи они займут наивысшее положение в южной стороне неба, а утром их можно найти на западе у горизонта.

В прошлом люди считали, что Солнце обращается вокруг неподвижной Земли. Только в 1543 году великий польский астроном Николай Коперник опроверг это ложное мнение. Он высказал мысль, что движение Солнца среди зодиакальных созвездий в течение года — явление кажущееся, оно является прямым следствием и отражением реального движения Земли вокруг Солнца. В настоящее время никто не сомневается в истине учения Коперника. Земля вращается вокруг Солнца по линии, близкой к кругу. За каждые сутки она проходит по своей орбите около 1° , за месяц — около 30° , за год же — 360° . Но нам кажется, что не Земля, а Солнце продвигается на фоне далеких звезд в том же направлении, что и Земля (с запада на восток или против хода часовой стрелки).

Пусть Земля находится в точке 1 своей орбиты (рис. 19). Посмотрим на Солнце. Оно находится на фоне группы звезд «а». Через некоторое время Земля придет в точку 2, и если бы мы имели возможность видеть одновременно Солнце и звезды днем, то «увидели» бы Солнце уже на фоне другой группы звезд «б». В первый раз мы смотрели на Солнце из точки 1, во второй раз

из точки 2 — точка наблюдения в пространстве изменилась. Наш угловой поворот из первого во второе положение привел к видимому перемещению Солнца от звездной группы «а» к группе «б». Причем, в каком направлении движется Земля по орбите (против хода часовой стрелки), в том же направлении продвигается Солнце, на сколько градусов повернется Земля вокруг Солнца, такой же путь в градусах пройдет Солнце среди зодиакальных созвездий. С изменением положения Земли на ее орбите Солнце будет проектироваться то на одну, то на другую группу звезд, расположенных в плоскости земной орбиты, оно как бы будет продвигаться по эклиптике на восток от одного зодиакального созвездия к другому. Через год, когда Земля займет прежнее место на своей орбите, Солнце вновь окажется в той же области звезд-

Рис. 19.



ного неба, что и год назад. Полный оборот Земли вокруг Солнца приводит к полному видимому обороту Солнца по эклиптике.

Наблюдая окружающее пространство из различных точек земной орбиты, мы заметим не только видимое движение Солнца по эклиптике, но и то, что в разные месяцы противоположными Солнцу оказываются все новые и новые созвездия. По рисунку 20

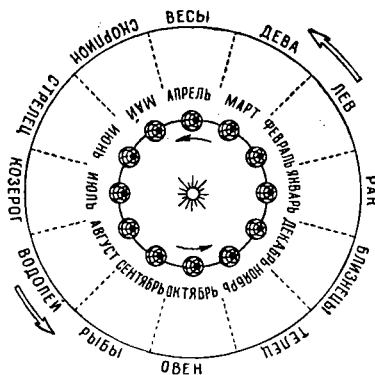


Рис. 20.

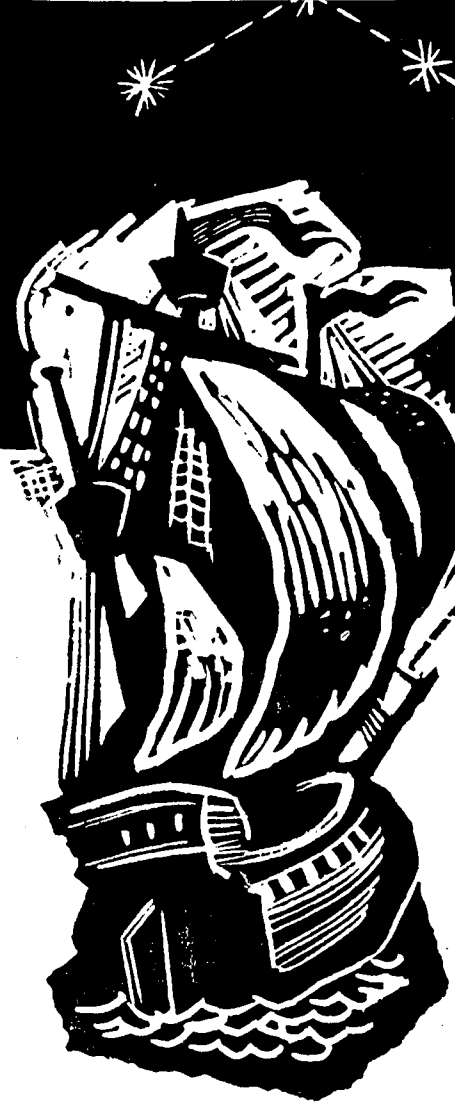
можно узнать, какое созвездие в данное время противостоит Солнцу, то есть наблюдается с ночного, неосвещенного Солнцем полушария Земли, а также в каком созвездии в это время находится Солнце. Так, например, в августе Солнце с Земли наблюдается в направлении созвездия Льва, а на ночном небе (против Солнца) мы найдем созвездие Водолея (вечером оно будет на востоке, вблизи полуночи — на юге, утром — на западе). В декабре Солнце проектируется на звезды Стрельца, а на ночном небе будут сиять звезды Близнецов и так далее.

Таким образом, вращательное движение Земли вокруг Солнца, складываясь с суточным, приводит к дополнительному повороту всего небосвода за месяц на 30° , за полгода — на 180° , а за год — на полный

оборот (360°). Поэтому в одни и те часы суток, но в разное время года, вид неба неодинаков.

Мы уже говорили, что люди древности заметили это перемещение Солнца среди звезд. В течение многих столетий астрономы уточняли данные наблюдений, которые и легли в основу календаря. Так появилось деление года на двенадцать месяцев, а месяца — на 30 дней.

Таким образом, уже в глубокой древности наблюдения звездного неба имели огромное практическое значение. Но и сейчас эти наблюдения играют большую роль в повседневной жизни людей. Они позволяют контролировать ход земных часов, сверять звездное и солнечное время, вносить уточнения в календарь. Усеянный звездами небесный свод — это огромные точные часы, движение которых остается неизменным в течение десятков тысяч лет.



ЗВЕЗДНОЕ
НЕБО И
ГЕОГРАФИ-
ЧЕСКАЯ
ШИРОТА



Представим себе, что мы мысленно продолжили плоскость любого из земных меридианов далеко-далеко, в безграничное космическое пространство. При суточном вращении Земли эта плоскость за полный оборот вокруг земной оси пересечет все светила необъятной Вселенной.

Одинаково ли при этом будет видно одно и то же светило из мест с одинаковой долготой, но различной широтой? Можно ли, находясь в какой-либо точке географического меридиана, увидеть полностью все светила северного и южного неба? Какую область окружающего нас пространства можно обозревать с данного места Земли? Откуда видно звезд больше и почему?

Вид звездного неба зависит от географической широты. Совершив путешествие вдоль географического меридиана в направлении на север или на юг, легко обнаружить характерные изменения неба. При движении на север Полярная звезда становится все выше и выше над горизонтом, вместе с тем уменьшается число видимых

звезд южного неба. При движении к экватору Земли, наоборот, Полярная звезда все ближе склоняется к горизонту, и мы видим все большую часть светил южного неба. Причиной таких изменений является шарообразность Земли. При перемещении по меридиану в среднем на 111 километров высота Полярной относительно горизонта изменяется на 1° . По этим изменениям можно изучать и уточнять форму Земли. По высоте Полярной звезды определяют и местоположение относительно земного экватора, узнают географическую широту.

Широтой называют угол, который образует линия отвеса в данной точке с плоскостью экватора. Этот угол изменяется от 0° (на экваторе) до 90° (на полюсе Земли). Направление на полюс всюду параллельно оси вращения Земли, а отвесная линия практически совпадает с продолженным радиусом Земли. Поэтому чем больше широта, тем ближе отвесная линия к оси вращения Земли, на полюсе же она сливается с этой осью. Чем меньше широта, тем более отклоняется линия отвеса от оси Земли, составляя с ней на экваторе угол 90° .

Как же по Полярной звезде определить географическую широту — кратчайшее угловое расстояние данного пункта по меридиану (в градусах) от экватора Земли? Свердловск, например, отстоит от экватора на $56^\circ 49'$, что составляет приблизительно 6305 километров. Как определили эту огромную дугу? Мы уже знаем, что видимость вдаль на поверхности Земли не велика и на равнинной местности не превышает 5—7 километров. Экватор Земли, находящийся от нас на огромном расстоянии, конечно, не виден. Между Свердловском и экватором по меридиану невозможно уложить измерительную

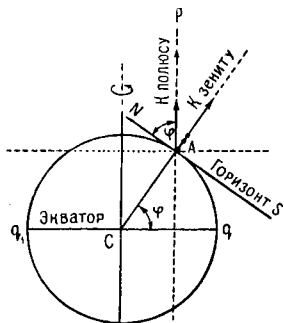


Рис. 21.

ленту или проволоку. Этому прежде всего мешает рельеф местности, высокие горы, реки и другие препятствия, встречающиеся на пути, да и расстояние слишком велико. Здесь-то нас и выручает Полярная звезда.

Обратимся к рисунку 21. На нем показаны отвесная линия (направление на зенит) и плоскость горизонта в данной точке, указано направление на полюс мира (Полярную), отмечен угол $АСQ$ при

центре Земли между отвесной линией и экватором (широта данной точки A). Под каким же углом к горизонту мы найдем здесь Полярную звезду? Для этого определим угол PAN , измеряющий ее высоту.

Сравним два угла: $АСQ$ и PAN . Это углы со взаимно перпендикулярными сторонами: отвесная линия перпендикулярна горизонту, а направление к полюсу перпендикулярно экватору Земли. Как известно из геометрии, такие углы равны. Следовательно, высота полюса мира над горизонтом численно равна географической широте места наблюдения.

Итак, измерив угол, под которым наблюдается Полярная звезда по отношению к горизонту, мы нашли хотя и приближенно широту. Этим способом широко пользуются мореплаватели и летчики, геологи и геодезисты, определяя широту неизвестных пунктов.

А как узнают, в каком полушарии, в северном или южном, находится та или иная звезда? Воображаемой линией раздела двух полушарий является линия небесного экватора — окружность на небе, которая удалена от Полярной звезды (точнее — от полюса мира) на 90° .

Эта воображаемая линия получается при безграничном продолжении плоскости земного экватора и любой географической параллели до «встречи» с воспринимаемым нами в виде купола бесконечно далеким фоном звездного неба.

За каждый оборот Земли вокруг оси по воображаемой линии небесного экватора движутся светила, удаленные от полюса на 90° (например, три приметные звезды пояса Ориона). В дни равноденствия (21 марта и 23 сентября) эту же линию описывает в суточном движении центр солнечного диска.

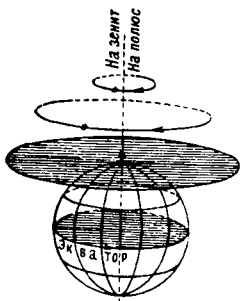


Рис. 22.

Звезды, находящиеся между экватором и Полярной звездой, называют светилами северного полушария. Но если «адрес» звезд на небе остается постоянным, то Солнце, Луна и планеты периодически бывают светилами то северного, то южного полушария. В частности, когда у нас лето, Солнце находится севернее экватора, а в зимние месяцы оно отстоит от Полярной более чем на 90° и, следовательно, становится светилом южного небесного полушария.

Как же наблюдаются светила северного и южного неба из мест с различной широтой? Представим себе наблюдателя на одном из полюсов Земли. Какая область окружающего пространства доступна ему для обозрения?

На северном полюсе Земли, очевидно, Полярная звезда наблюдается в зените и отстоит от всех точек горизонта на 90° (рис. 22). Но ведь на 90° от Полярной звезды отстоит и небесный экватор. Следовательно, горизонт и небесный экватор здесь сливаются. Но видеть можно лишь те светила, которые возвышаются над горизонтом. При наблюдении с Северного полюса Земли над горизонтом оказываются все светила, лежащие выше экватора, то есть звезды северного полушария и ни одной звезды — южного. Из суток в сутки кружат они здесь над горизонтом, неизменно сохраняя свою высоту. Чем ближе звезда к Полярной, тем выше будет проходить ее суточный путь.

Находясь на полюсе, мы встречаемся с интересными явлениями. С 21 марта по 23 сентября, когда Солнце является светилом северного полушария, оно совсем не заходит за полярный горизонт. Наступает долгий полярный день. Само собой разумеется, что в этот период времени полностью исключаются наблюдения звездного неба. Около 23 сентября Солнце покидает горизонт северного полюса и не появляется там совсем до 21 марта. Все это время здесь длится полярная ночь. Только тогда в ясную погоду над полюсом Земли будут круглые сутки сиять все звезды северного неба, а также Луна и планеты, если в этот период времени они окажутся светилами северного полушария.

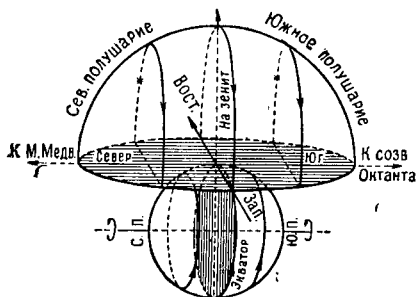


Рис. 23.

Когда над северным полюсом сияет Солнце и длится полярный день, на южном полюсе, наоборот, наступает полярная ночь. Там видны только светила южного полушария. В зените находится созвездие Октанта с малоприметными слабыми звездами, а самая близкая к южно-

му полюсу мира звезда отстоит от него на 5° . Естественно, что она не может быть столь же удобным ориентиром при наблюдениях южного неба, каким для нас является наша путеводная северная звезда.

Совершим теперь воображаемое путешествие на экватор Земли (рис. 23). Здесь линия отвеса располагается в плоскости земного экватора и составляет с направлением на полюс угол 90° . Ось мира лежит в плоскости горизонта, и два полюса мира — северный и южный — видны на горизонте. Над горизонтом будут находиться светила и северного и южного полушарий. Но, как видно из приведенного рисунка, выше горизонта находятся светила и северного и южного полушарий. За время полного оборота Земли вокруг оси все звезды, наблюдаемые с Земли, пройдут над горизонтом экваториальных пунктов.

К сожалению, здесь человек лишен возможности 24 часа наблюдать звездное небо. Вспомним «вечного врага» астрономов — атмосферу. Мы сможем видеть за одни сутки только те звезды, которые окажутся над горизонтом в ночное время. Но в течение года — с изменением положения Солнца среди созвездий зодиака — с экватора Земли можно увидеть все светила обоих полушарий. Поскольку ось мира лежит здесь в плоскости горизонта, а как известно, вокруг нее происходит видимое нами вращение всего неба, то суточные пути всех светил будут перпендикулярны горизонту и разделятся им на две равные части. По этой причине любое светило, будь то звезда, Солнце, планета, бывают здесь 12 часов над горизонтом, другую же половину суток невидимы из-за выпуклости Земли. Вот почему и день на экваторе всегда равен ночи, независимо от времени года.

Подъем светил после их восхода здесь происходит круто к горизонту. Пройдет час-два после восхода — и светило окажется на значительной высоте. Точно так же спустя час-два после захода оно глубоко опустится за горизонт. На экваторе уже через час после захода Солнца наступает темная тропическая ночь.

А теперь вообразим путешественника, который движется от экватора Земли на север. В руках у него портативный угломерный прибор. Он мог бы заметить, что с каждой сотней километров Полярная звезда становится все выше и выше над горизонтом. Вот угломерный прибор показал высоту Полярной звезды 45° . Наш путешественник прибыл в пункт 45° с. ш. Обратимся к рисунку 24. Отвесная линия образует теперь с направлением на полюс угол в 45° . Таким же будет угловое

расстояние между зенитом и Полярной звездой. Нетрудно сообразить, что линия небесного экватора, удаленная от полюса на 90° , здесь расположена также под углом 45° к горизонту. Таким образом, на этой широте над горизонтом могут быть видимы все звезды северного неба и лишь половина звезд южного — те звезды, которые лежат южнее линии небесного экватора на 45° .

С каждым оборотом Земли вокруг оси любая звезда опишет видимый суточный путь, параллельный линии небесного экватора. Но будут ли теперь суточные пути звезд параллельны горизонту, как это было на полюсе, или разделятся горизонтом пополам, как это было на экваторе Земли? Очевидно, нет. Посмотрите на чертёж: суточные пути светил наклонно расположатся относи-

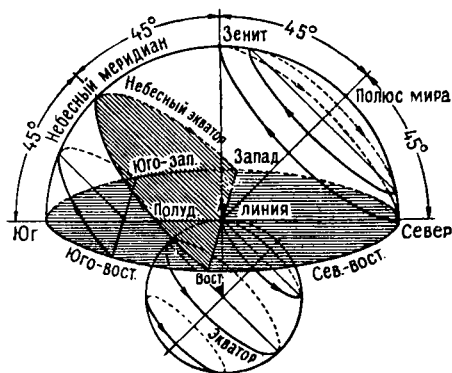


Рис. 24.

тельно горизонта и разделятся им в неравном отношении. По этой причине время пребывания различных светил над горизонтом не будет одинаковым, как это было на экваторе Земли.

Звезды северного неба, удаленные от полюса до 45° , в течение суток будут постоянно кружить над горизонтом, не скрываясь за его линию. Их называют незаходящими. Оставаясь все время в северной стороне неба, эти звезды при своем движении раз в сутки будут приближаться к зениту (верхняя кульминация), а через 12 часов займут самое низкое положение, но все-таки выше горизонта (нижняя кульминация). Другие звезды северного неба, отстоящие от полюса более чем на 45° , будут восходящими и заходящими. Их суточные пути уже пересекаются с линией горизонта. Пребывая большую часть суток над горизонтом, эти звезды на незначительное время скрываются за выпуклостью Земли.

А как же здесь будут наблюдаться звезды южного неба? Их видимый суточный путь только незначительной частью возвышается над горизонтом, поэтому короткий период времени, когда эти звезды можно увидеть. Чем дальше звезды от экватора, к югу, тем меньше период ее видимости. Звезды южного полушария, расположенные более чем на 45° к югу от линии небесного экватора, здесь совсем не видны.

Каковы же условия наблюдения звездного неба на широте Свердловска — приблизительно 57° с. ш. — как и любого другого пункта, расположенного с ним на одной параллели? Отвесная линия с направлением на полюс составляет здесь угол в 33° (рис. 25). На таком угле-вом расстоянии от зенита мы найдем на этой широте

Полярную звезду. При вращении всего небосвода вокруг полюса мира звезды, удаленные от него на 33° , в какой-то момент суток будут проходить зенит. Линия экватора в Свердловске отстоит от зенита уже на 57° , то есть приподнята над горизонтом всего на 33° . Таким образом, в южной стороне неба на нашей широте можно видеть только те звезды южного неба, которые удалены от линии небесного экватора к югу не более чем на 33° . Звезды южного полушария появляются над горизонтом на очень малое время, большую часть суток они недоступны для наблюдений.

В самом деле, вспомним видимость Солнца в зимние месяцы, когда оно является светилом южного полушария. Тогда у нас суточный путь Солнца проходит низко над горизонтом, и поэтому день короткий. Что же касается видимости светил северного неба, то большинство из них постоянно кружит над нашим горизонтом. Не заходят у нас все звезды, отстоящие от Полярной на 57° . Их можно найти на небе в любую ясную ночь. Остальные звезды северного полушария уже восходят и заходят, оставаясь большую часть суток выше горизонта. Правда, их видимость на темном фоне неба зависит, как мы знаем, от времени года.

Наша страна простирается на тысячи километров с запада на восток. Разность долгот крайних пунктов составляет около 150° , или 10 часов. Но велика протяженность нашей страны и в широтном направлении. За полярным кругом вырос за последнее время ряд больших городов, а самые южные пункты СССР удалены от экватора всего на $37\text{—}38^\circ$. Но даже и отсюда нельзя увидеть самые красивые созвездия южного неба — Центавр

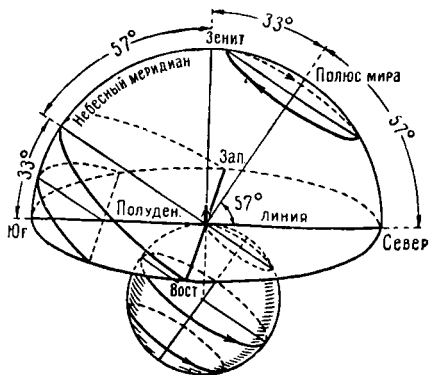


Рис. 25.

и многократно воспетый мореплавателями Южный крест, потому что здесь видны звезды только до 52° к югу от небесного экватора.

Различие вида звездного неба в зависимости от широты видно на следующем примере. Возьмем два населенных пункта Советского Союза, которые находятся на том же географическом меридиане, что и наш Свердловск: один из самых северных городов Урала — Полуночное (широта $60^\circ 9'$ с. ш., долгота 4 час. 01 мин.) и Ташауз, Туркменской ССР (широта $41^\circ 7'$ с. ш., долгота 3 час. 58 мин. в. д.), расположенный к югу от Аральского моря. Долгота Свердловска 4 часа 02 минуты. Как мы видим, все эти пункты находятся примерно на одной и той же долготе, поэтому одни и те же светила

почти одновременно будут проходить над ними. Полдень в Свердловске наступит на 1 минуту раньше, чем в Полуночном, и на 4 минуты раньше, чем в Ташаузе. Разница невелика. Однако высота светил в одно и то же время будет в этих местах различной. Поскольку широта Полуночного более чем на 19° отличается от широты Ташауза и на $4^\circ, 1'$ — от широты Свердловска, то и высоты одних и тех же звезд в моменты их кульминаций будут различаться на те же самые величины. В то время как некоторые звезды южного неба едва-едва поднимаются над горизонтом Полуночного, в Ташаузе они видны на значительной высоте.

Итак, чем ближе тот или иной населенный пункт к северному полюсу Земли, тем больше звезд северного неба не скрывается за горизонтом и тем меньшее количество звезд южного неба здесь восходит. С приближением к экватору Земли возможности для наблюдения звездного неба улучшаются. Это происходит по двум причинам: во-первых, вблизи экватора видны все звезды неба, во-вторых, здесь непродолжительны сумерки, вследствие чего реальное время для наблюдений звезд и планет увеличивается. Эти факты учитывают при сооружении обсерваторий. Но это не значит, что бесполезно иметь обсерватории, расположенные на значительных широтах: Гринвич (56°), Пулково (60°) и другие. Все эти обсерватории сыграли значительную роль в изучении звездного неба, особенно — северной его части.



ЗВЕЗДНОЕ
НЕБО И
ЗВЕЗДНАЯ
КАРТА



Трудно изучать звездное небо, находясь в промышленном городе или даже городском поселке. В атмосфере здесь много частиц пыли и дыма, к тому же наблюдениям мешает яркое электрическое освещение улиц и зданий. Лучше выйти за город, куданибудь на лесную опушку, где ничто не мешает нашим наблюдениям.

Над нами сверкающее звездное небо...

В ясную, безоблачную и безлунную ночь невооруженным глазом можно увидеть около 2—3 тысяч звезд. На небе северного и южного полушарий, вместе взятых, около шести тысяч звезд. Южное небо несколько «богаче» звездами, чем северное.

Рядом с яркими, четко выступающими на темном фоне неба светилами чуть-чуть блещут слабые, едва различимые звезды.

Блеск небесных светил принято выражать в звездных величинах. Впервые звезды по степени их блеска начал различать около двух тысяч лет назад древнегреческий

астроном Гиппарх. Он разделил их на 6 групп: звезды первой величины, затем по степени уменьшения их яркости — второй, третьей и так далее — до шестой звездной величины. В этой условной глазомерной шкале принято, что наиболее яркие звезды (первой величины) в сто раз ярче звезд самых слабых, едва-едва различимых глазом (шестой величины). При разности блеска звезд в одну звездную величину их яркости различаются в 2,5 раза.

Ярких звезд на небе значительно меньше, чем слабых. Например, звезд первой величины на всем небе северного и южного полушарий около 20, второй величины — 50, третьей — 200, четвертой — 600. Семизвездие ковша Большой Медведицы образуют в основном звезды второй величины. Такой же по блеску является Полярная звезда.

По некоторым звездам можно проверять остроту нашего зрения. Обратите внимание на вторую звезду в ручке ковша Большой Медведицы — Мицар. У нее есть слабый спутник Алькор. Блеск Алькора несколько слабее пятой величины. Увидеть эту слабую звездочку могут только люди с хорошим зрением.

С помощью телескопов и специальных приборов — звездных фотометров, можно сравнить блеск различных звезд и более точно, чем на глаз, определить их звездную величину. Таким путем было установлено, что блеск 20 самых ярких звезд первой величины (по Гиппарху) неодинаков. Наш глаз неточно сравнивает яркие источники света. Светила, которые оказались в 2,5 раза ярче «стандартных» звезд первой величины, имеют нулевую величину. Еще более яркие — минус первую,

минус вторую и так далее. Для звезд промежуточного блеска ввели дробные величины. Самыми яркими звездами на небе являются Сириус и Вега. Блеск Сириуса достигает минус 1,5 звездной величины, Веги — нулевой. Ярче этих звезд на ночном небе сияют только Луна и некоторые планеты.

Применение телескопа раскрыло новую картину звездного неба. Оказалось, что звезд гораздо больше, чем мы видим невооруженным глазом. Чтобы увидеть звезды намного слабее шестой звездной величины, нужно применить мощный телескоп. Способность телескопа собирать большее или меньшее количество света зависит от диаметра его объектива или зеркала. Чем крупнее телескоп, тем больше звезд можно увидеть. Если невооруженным глазом человек наблюдает на небе всего пять-шесть тысяч звезд до шестой величины, то уже в светосильный бинокль и сравнительно небольшие зрительные трубы можно видеть звезды, в десятки раз более слабые, чем невооруженным глазом (например, звезды 9—12 звездной величины), а число их возрастает до нескольких сотен тысяч.

С помощью крупнейшего в мире пятиметрового зеркального телескопа, установленного на горе Паломар (США, можно сфотографировать звезды до 23-звездной величины. Они в несколько миллионов раз слабее звезд, видимых на предделе нашего зрения, а число их возрастает уже до двух миллиардов!

Но различен не только блеск звезд, цвет их также разнообразен. Одни кажутся белыми или даже голубоватыми (Сириус, Вега), другие — желтыми (Капелла) или красными (Бетельгейзе в созвездии Ориона).

Видимый цвет звезд зависит от температуры их поверхности. Звезды, подобно Солнцу, излучают в пространство огромное количество лучистой энергии. С помощью спектроскопов ученые определили их температуру. Она оказалась громадной по сравнению с температурой тел, находящихся на Земле. Астрономы обнаружили звезды, имеющие поверхностную температуру в $30\,000^{\circ}$ и более. Это горячие звезды. Но в окружающей нас Вселенной имеются сравнительно холодные звезды с температурой в 2000° и ниже. Наше Солнце — средняя звезда. Его температура около 6000° .

Но нетрудно понять, излучательная способность зависит не только от поверхностной температуры, но и от размеров звезды.

Среди звезд есть огромные раскаленные газовые шары, диаметр которых в десятки и сотни раз превосходит солнечный. И есть звезды сравнительно небольшие. Звезды-гиганты излучают энергии во много раз больше, чем звезды-карлики, если даже температура их поверхности одинакова.

Но, как известно, мощный прожектор, находящийся от нас на расстоянии нескольких километров, может казаться нам значительно слабее небольшой электрической лампочки, помещенной в непосредственной близости от нас. То же самое можно сказать о звездах. Гигантскую звезду с колоссальной излучательной способностью, в тысячи раз превосходящей солнечную, часто нельзя увидеть без телескопа только потому, что она слишком далека от нас. А звезда средней излучательной способности, но сравнительно близкая, кажется ярким светилом, выделяется своим блеском на фоне звездного неба.

Весь небесный свод уже в древности был разделен на отдельные участки — созвездия. Их часто отождествляют с приметными группами звезд, в которых наши предки видели разнообразные фигуры. В отдельных случаях при описании созвездий мы также будем прибегать к таким фигурам. По ним уже с помощью карты можно отыскать область всего созвездия. На северном и южном небе насчитывается теперь 88 созвездий. Границы их условны и введены по международному соглашению. Астрономы могли бы обойтись без созвездий и границ между ними. Ведь каждая звезда на небе имеет свои численные координаты, как и любая точка на Земле. Но сохранение созвездий облегчает нумерацию далеких звездных миров, помогает систематизации огромного наблюдательного материала. Созвездие — это приближенный адрес любого светила. Сейчас оно стало и адресом космического корабля, посланного человеком в глубины Вселенной.

Звездное небо с причудливыми и часто непонятными названиями созвездий — древнейший исторический памятник. Многие из них упоминаются уже Гомером, который подробно описывает плавание легендарного Одиссея.

Но эти названия, по-видимому, возникли еще раньше, в эпоху первого крупного общественного разделения труда — отделения земледелия от скотоводства. Многие из них связаны с охотой, рыбной ловлей, сбором урожая, приручением

Рис. 26.



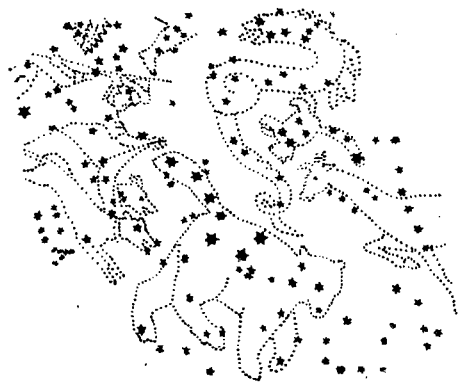


Рис. 27.

животных. Одни и те же созвездия у разных народов древнего мира имели разные названия. Семерку звезд ковша Большой Медведицы киргизы называли «конем на привязи», причем привязью была Полярная звезда, вокруг которой вращаются звезды ковша (рис. 26). Египтяне называли эту же группу звезд «гиппопота-

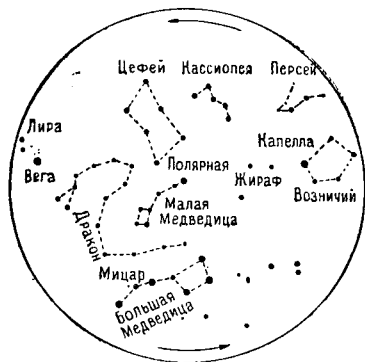
мом», а китайцы — «пе-теу», хлебной меркой, напоминающей кастрюлю. На современных картах сохранены в основном названия греческого происхождения, которые были введены 6—7 тысяч лет назад.

Фантазия древних помогла им «увидеть» в расположении ярких и слабых звезд очертания сказочных героев и животных, которых они обожествляли и «переселяли» на небо. Вот участок старинной звездной карты (рис. 27) с изображениями различных животных и пастуха с гончими псами, которых наши предки «поместили» вблизи северного полюса мира. Куда проще выглядит современная карта (рис. 28). Но не все созвездия были названы одновременно. Созвездия северного неба имеют более древнюю историю, чем южные. Многие названия

были даны сравнительно недавно — в XVI—XVIII веках, когда мореплаватели совершили путешествия в южные моря. Тогда на небе появились Секстант, Часы, Телескоп, Микроскоп...

Какова же «родословная» созвездий? Как возникли, например, названия Большой и Малой Медведицы? Конечно, никакая богатая фантазия не поможет нам увидеть в расположении звезд этого участка неба медведицу с длинным хвостом. Правда, в одном древнегреческом мифе и эта «мелочь» находит объяснение. В легенде говорится, что всемогущий бог Зевс полюбил прекрасную нимфу Калисто, одну из служанок богини Афродиты. Чтобы избавить Калисто от преследований богини, Зевс обратил нимфу в медведицу и взял ее на небо. Пока медведицу «тянули» за хвост, он вытянулся... Есть и другое объяснение появления этих названий. В самые древние времена мореплаватели знали о существовании холодных полярных стран, где живут медведи. По возвращении из плаваний они рассказывали, что путь в страну медведей¹ им указывают семь ярких звезд. Поэтому северная полярная область на Земле получила название Арктики, а созвездия,

Рис. 28.



¹ Медведь — по гречески «арктос».



Рис. 29.

которые постоянно сияют над этой северной страной,— Большой и Малой Медведиц. Созвездие Малой Медведицы названо по аналогии с Большой только по внешним признакам: семь более ярких звезд в этой области неба тоже образуют фигуру ковша, только меньших размеров.

Сколько легенд и сказочных мифов о знаменитых героях и охотниках, сколько занимательных историй о борьбе сил добра и зла сложено древними народами и увековечено на звездном небе! Посмотрите на участок старинной звездной карты, где изображены созвездие Ориона и его окрестности (рис. 29). Знаменитый охотник Орион — сын бога морей Нептуна, прославился своими победами над дикими зверями. Легендарный охотник изображен здесь во всеоружии. На его украшенном звездами поясе сверкает меч, в руках — булава, которую он занес над головой разъяренного быка — Тельца. Поблизости от созвездия Ориона видны его верные Псы — Большой и Малый. Только при большой фантазии можно представить эти картины из древних мифов.

Древние греки не забыли запечатлеть на небе героическую борьбу человека с враждебными силами природы. Одно из созвездий названо Геркулесом — в честь народного богатыря Геракла. Он обладал несокрушимой физической силой и небывалой мудростью, он — образец мужества и бесстрашия, в нем выражена древняя мечта о покорении стихий, он единственный из героев сравнялся с богами и получил бессмертие. В мифе о Геркулесе обобщены лучшие идеалы человека древнего мира.

На звездном небе в то время «видели» не только фигуру этого легендарного богатыря со всеми доспехами,

но и врагов, в борьбе с которыми он совершил свои многочисленные подвиги. Геракл победил Немейского Льва — чудовищного хищника, освободив своих сограждан от грозившей им опасности. Из шкуры убитого льва он сделал плащ, который защищал его от звериных зубов и змеиного жала. Ни меч, ни стрела не могли пробить его. Геракл победил дракона и расправился с девятиглавым чудовищем — гидрой. Эти события также нашли отражение на небе в названиях созвездий Льва, Дракона, Гидры.

По соседству с созвездием Геркулеса расположено созвездие Орла. Это память о том мифическом орле, который по приказу Зевса ежедневно прилетал клевать печень титана Прометея. Такая мучительная казнь была придумана могущественнейшим из богов не случайно: Прометей глубоко оскорбил древнегреческих богов — олимпийцев. Он украл с Олимпа божественный огонь знания и принес его на Землю людям. Мучения титана длились века. Но Геракл сразил орла и освободил законного в цепи Прометея.

Множество других созвездий также связано с древнегреческими мифами. Так, например, созвездие Лиры с самой яркой звездой северного неба — Вегой, посвящено музыкальному инструменту, на котором якобы играл «божественный» певец Орфей. Его музыка была так прекрасна, что она зачаровывала людей, животных и даже растения. Широко известна легенда о герое Персее и красавице Андромеде — дочери эфиопского царя Цефея и царицы Кассиопеи. Персей спас Андромеду от морского чудовища. Все персонажи этого мифа оказались на северном небе.

А вот группа созвездий южного неба, названных в честь легендарного похода моряков-аргонавтов, отправившихся в долгий и трудный путь за золотым руном. Это Корабль Арго, Корма, Парус.

Сохранившись с глубокой древности, все эти названия рассказывают нам о культуре античных народов, о большой силе созданных ими образов. Неудивительно, что вплоть до XVIII века на звездных картах изображали весь «небесный зверинец», художественно вырисовывая фигуры животных, птиц и легендарных героев. Из-за многочисленных фигур и предметов трудно было разглядеть звезды.

Современная карта свободна от таких художественных дополнений. Место звезды отмечается кружком, диаметр которого зависит от ее блеска. Чем крупнее кружок, тем ярче звезда, тем меньше ее звездная величина.

В начале XVIII века Байер ввел обозначение звезд в созвездиях буквами греческого алфавита (α Лиры, β Ориона, γ Дельфина, δ Цефея). Когда для обозначения звезд не стало хватать этих букв, ввели обычную нумерацию (например, 61 Лебеда, 45 Геркулеса), а для некоторых звезд, изменяющих свой облик, ввели буквы латинского алфавита (RR Лиры, VV Цефея, T Тельца). Однако довольно часто, следуя древней традиции, звезду или группу звезд называют, как и прежде, «поясом Ориона», «головой Дракона», «клювом Лебеда»...

Наши далекие предки хорошо знали звездное небо. Тогда оно было единственным природным календарем. И сейчас, в век покорения космоса и необычайно широких возможностей исследования Вселенной, все больше

и больше возрастает роль знаний о звездном небе. Уже не раз мы видели в печати карты звездного неба, на которых отмечались траектории полета советских космических ракет, направленных к Луне и Венере. Для того чтобы найти ракету на звездном небе, проконтролировать ее полет, уверенно принять радиоинформацию с огромных расстояний, надо уметь пользоваться картой, находить нужные звезды и созвездия.

Звездное небо — это адрес космического корабля, это свидетель и рассказчик о самых разнообразных явлениях, которые протекают вне Земли. Одни из них разыгрываются совсем близко, в пределах земной атмосферы, другие — на широких просторах солнечной системы, третьи — в бездонных глубинах Вселенной. Во всех случаях мы обращаемся к наблюдениям звездного неба, к той вечной книге, которую пытливое человечество не устанет изучать... Простейшая грамота в познании Вселенной начинается с изучения звездного неба.

Обратимся к его наиболее знакомой северной части, где расположены созвездия Малой и Большой Медведиц. Найти их легко: ведь они постоянно находятся над нашим горизонтом. Мы уже рассказывали о том, как по звездам Большой Медведицы можно найти Полярную звезду, а вслед за ней и все созвездие Малой Медведицы, куда входит и Полярная (α Малой Медведицы). Однако отыскать этот маленький ковш на небе не так-то легко: большинство звезд ковша имеет сравнительно слабый блеск. Только Полярная, расположенная на конце ручки «ковша» Малой Медведицы, да еще две крайних звезды самого «ковшика» имеют вторую и третью величину. Остальные звезды заметно слабее, и лишь при внима-

тельном наблюдении их можно различить на темном фоне неба. Отыскать Малую Медведицу поможет и такой ориентир: ее ковш находится против ручки ковша Большой Медведицы.

Между Большой и Малой Медведицами извивается фигура Дракона. Его «хвост» начинается как раз над ковшом Большой Медведицы, а затем тянется по небу изогнутой звездной лентой, охватывающей ковшик Малой. «Голова» Дракона — небольшой ромбовидный четырехугольник — устремилась к границам созвездий Лиры и Геркулеса.

А вот еще созвездие, которое постоянно кружит над нашим горизонтом. Пять ярких его звезд образуют фигуру, напоминающую опрокинутую русскую букву М или же латинскую W. В вершинах этой фигуры находятся главные звезды созвездия Кассиопеи. Их яркость оценивается второй и третьей величиной. Чтобы найти на небосводе Кассиопею, снова воспользуемся знакомыми нам Большой Медведицей и Полярной звездой. Проведите прямую линию через середину ручки «ковша» Большой Медведицы к Полярной и продлите эту линию на несколько меньшее расстояние. Она приведет нас прямо к пяти главным звездам Кассиопеи. Между ними и изгибом Дракона виднеются неяркие звезды созвездия Цефея.

На широте Свердловска эти созвездия не заходят. Их всегда можно отыскать над нашим горизонтом, наблюдая северную сторону небосвода. В зависимости от времени наблюдения одни из них будут находиться высоко над нами или даже в зените, другие окажутся в это время низко над горизонтом.

Какие же из этих звезд проходят зенит на широте Свердловска? Поскольку все светила обращаются вокруг Полярной, а она у нас отстоит от зенита приблизительно на 33° , то все звезды, удаленные от Полярной на это угловое расстояние, в момент верхней кульминации окажутся в зените.

Обратимся теперь к звездной карте околополярной области (рис. 30). Пунктирной линией на этой карте показан круг, отстоящий как раз на 33° от полюса мира. Как видим, у границ этого круга находятся звезды Большой Медведицы, Кассиопеи и Дракона. Но мы уже знаем, что расположение созвездий относительно горизонта будет разным в зависимости от времени года и часа наблюдения.

Взглянем на летнее небо (июль — август) в 22 часа по свердловскому времени. В зените тогда стоит «голова» Дракона. В тот же час в ноябре там будет созвездие Кассиопеи, а весной в апреле — ковш Большой Медведицы. В тот же час, но в другие месяцы эти созвездия займут самое низкое положение над горизонтом у точки севера: Большая Медведица (ее ковш) — в октябре; Кассиопея — в середине мая, а звезды головы Дракона — в январе — феврале.

Чтобы узнать, в каком месяце та или иная группа звезд, близкая к северному полюсу, проходит зенит или занимает самое низкое положение над горизонтом, над точкой севера, воспользуемся той же картой.

Против каждого ее сектора поставлены названия месяцев. Они указывают, когда та или иная группа звезд проходит нижнюю кульминацию над горизонтом вблизи полуночи, указывая на север.

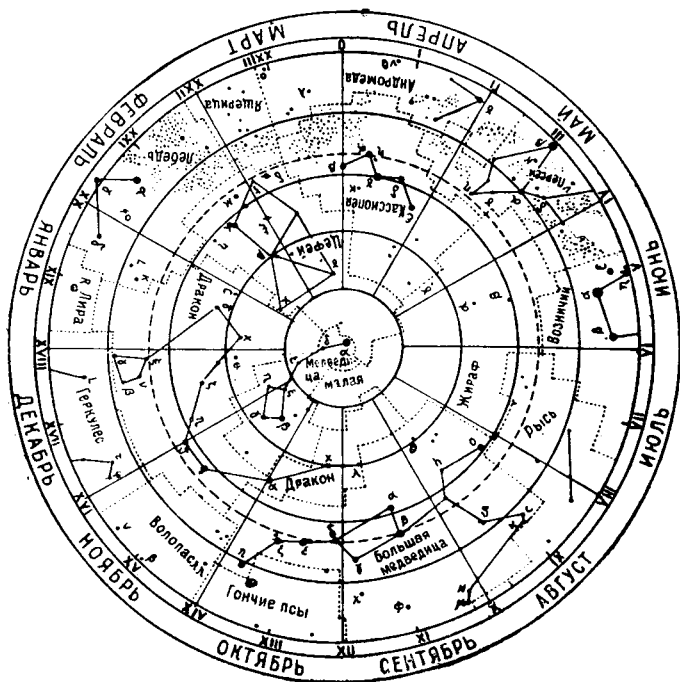


Рис. 30.

Например, в апреле, в полночь, низко на севере видна Кассиопея. На наших часах в этот момент около часа ночи. Солнце в это время также находится в северной стороне неба, но под горизонтом.

В противоположном секторе (октябрь) мы видим на карте ручку ковша Большой Медведицы. Значит в апреле эти звезды около полуночи будут вблизи зенита.

Как мы знаем, суточные изменения вида неба более заметны, чем годовые. За 2 часа картина неба меняется так же, как на протяжении одного месяца. Поэтому спустя месяц одно и то же созвездие будет проходить зенит на два часа раньше. Так, например, если пятизвездие Кассиопеи в октябре проходит зенит около полуночи (в 1 час по декретному времени), то в ноябре это произойдет уже около 23 часов, а в декабре — около 21 часа.

Постоянно движутся над горизонтом и две самые яркие звезды северного полушария — Вега (α Лирь) и Капелла (α Возничего). Посмотрим на вечернее небо летом или ранней осенью. Капеллу тогда мы найдем низко над горизонтом в северной стороне небосвода (в июне — около часа ночи, в июле — около 23 часов, а в августе — уже в 21 час). Вега в это же самое время будет сиять вблизи зенита. Чтобы ее найти, нам придется стать лицом к югу, то есть повернуться спиной к Полярной звезде и Капелле. Но пройдет полгода... Тогда Капелла в это же время окажется недалеко от зенита, а Вега уже будет двигаться у самого горизонта в северной части неба.

Как же найти созвездие Лирь и Возничего с Вегой и Капеллой? Для этого вернемся к известным нам созвездиям, находящимся вблизи полюса мира. Мысленно восстановим на небе линию, с помощью которой мы нашли созвездие Кассиопеи (от Полярной — через середину ручки «ковша» Большой Медведицы). А теперь проведем через Полярную звезду другую линию под прямым

углом к первой. С одной стороны мы увидим созвездие Лиры (поблизости от «головы» Дракона), с другой — созвездие Возничего.

Созвездие Лиры занимает сравнительно небольшой участок неба. Вблизи сверкающей Веги можно найти маленький параллелограмм из четырех слабых звезд. Область неба, где расположено созвездие Возничего, более протяженна. Самые яркие звезды в нем образуют крупный не совсем правильный пятиугольник. Вверху справа в этом пятиугольнике блистает Капелла.

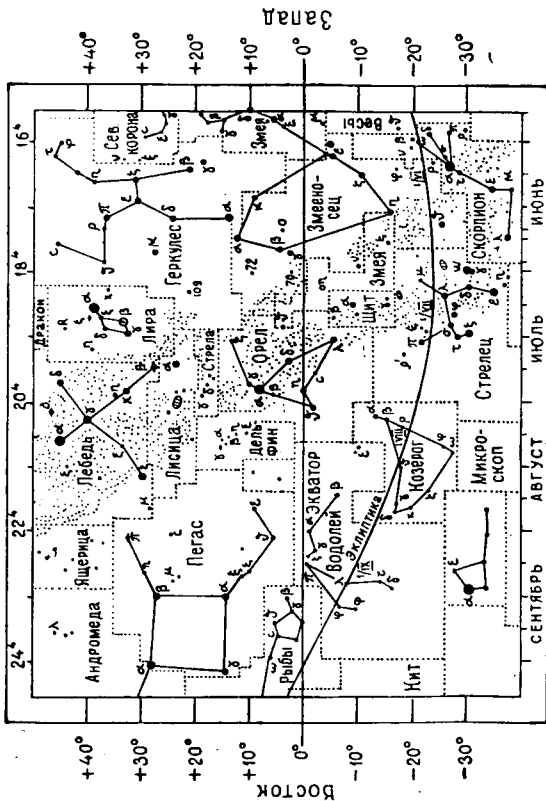
В то время как узор созвездий северной стороны неба во все времена года одинаков, панорама звездного неба, видимого в южной стороне небосвода, будет изменчива. Из месяца в месяц перед нами будут двигаться различные созвездия. Ведь там совершают свой суточный путь по преимуществу восходящие и заходящие светила, а поэтому мы не всегда их можем «застать» на вечернем или ночном небе выше горизонта.

Очень трудно наблюдать летнее небо. На нашей широте, тем более севернее 57-й географической параллели, со второй половины мая до середины июля Солнце так ненадолго и неглубоко опускается под горизонт, что только вблизи полуночи над нами сгущаются сумерки.

Но все-таки выйдем на улицу в июне, в полночь... Южная сторона неба. Ярко сверкает вблизи зенита знакомая нам Вега. С востока приближаются к меридиану звезды созвездий Лебеда и Орла, в западной стороне неба видны созвездия Геркулеса и Волопаса. Но не пройдет и одного-двух часов после полуночи, как вновь становится светло... Звезды бледнеют.

ЮЖНАЯ СТОРОНА ЛЕТНЕ-ОСЕННЕГО НЕБА

Звезды близкие к зениту



Звезды близкие к горизонту

Рис. 31.

В конце июля — августа ночи становятся более темными и продолжительными. Снова полночь (рис. 31). На юге высоко над горизонтом можно видеть созвездие Лебеда, небесного соседа Лиры. Его наиболее яркие звезды образуют фигуру, напоминающую крест. На старинных звездных картах в этом участке неба изображали летящую птицу с распростертыми крыльями (рис. 54). Яркая звезда Денеб (α Лебеда) сияет на ее хвосте. Другая звезда (центр креста) находится в середине туловища (γ Лебеда). Почти на продолжении этой линии (α — γ Лебеда) легко найти β Лебеда, которая символизирует его клюв. От средней звездочки (γ Лебеда), по обе стороны от нее, на линии, перпендикулярной первой, находятся две звезды, горящие на «крыльях» летящей птицы.

Древние мифы рассказывают, что в образе Лебеда на Землю к своей возлюбленной Леде, спускался главный бог греков Зевс.

Ниже Лебеда (под его левым крылом) находится созвездие Орла, в котором четко выделяются три рядом стоящие звезды, средняя из них ярче двух других — это Альтаир (α Орла).

А где же яркая Вега? Она все еще высоко над горизонтом, но сейчас мы ее увидим в западной части неба.

Но вот наступает сентябрь. Найдём ли мы теперь созвездия Лебеда и Орла в южном направлении? Куда они сдвинулись? В полночь они окажутся уже на юго-западе. А их место на юге займут другие созвездия. У зенита блистает созвездие Кассиопей.

На значительной высоте (около 45°), вблизи меридиана, нельзя не заметить крупный квадрат, в вершинах которого сверкают звезды второй и третьей величины.

Эту приметную фигуру называют «квадратом» Пегаса. По нему тоже можно найти Полярную звезду. Для этого продлим линию, проходящую через две крайние звезды правой стороны квадрата, снизу вверх и, отложив четыре расстояния между ними, найдем Полярную звезду. Таким приемом пользуются тогда, когда созвездие Большой Медведицы затянута облаками.

Верхняя левая звезда в квадрате Пегаса не принадлежит этому созвездию. Это Альферац, или α созвездия Андромеды, которое выделяется тремя равноотстоящими друг от друга звездами — α , β и γ Андромеды. Они лежат на продолжении верхнего основания квадрата Пегаса, только эту линию при α Андромеды следует несколько повернуть вверх, к созвездию Кассиопеи. Ниже ярких звезд Андромеды (одно под другим) расположены небольшие созвездия Треугольника и Овна.

По Кассиопее и Андромеде легко найти главные звезды Персея. Так, Персея лежит на продолжении линии, соединяющей три крупные звезды созвездия Андромеды. А теперь проведем дугообразную линию через середину пятизвездия Кассиопеи и α Персея. Вдоль нее по обе стороны от α Персея рассыпалась цепочка из неярких звезд. Ее называют дугой Персея. Несколько уединенно в этом созвездии стоит звезда переменного блеска Алголь, или β Персея.

Продлив дугу Персея далее вниз, мы придем к очень тесной кучке звезд. Это Плеяды, или Стожары, в созвездии Тельца. Невооруженный глаз в этом звездном скоплении видит только 5—6 звезд. В телескоп их видно в десятки раз больше. По плеядам легко найти другие звезды Тельца и прежде всего Альдебаран, «Глаз

Тельца», яркую звезду первой величины. Созвездие Тельца расположено ниже созвездия Возничего, между Персеем и Орионом.

В сентябре в вечернее время созвездия Андромеды, Персея, Овна и Тельца только поднимаются над горизонтом. Около полуночи они будут значительно ближе к меридиану. И только под утро они высоко сияют на нашем небе.

На листке календаря октябрь (рис. 32). Около полуночи над точкой юга располагаются звезды Андромеды (α , β), а в ноябре там будет Персей.

Декабрь. День очень короток. Уже в 6—7 часов вечера можно начинать наблюдения. В этот ранний час мы еще сможем «застать» в южном направлении знакомые нам «осенние» созвездия Пегаса, Андромеды, Овна, Персея. К 8—9 часам над точкой юга уже будут видны Плеяды и другие яркие звезды Тельца. Около полуночи в этом же направлении виден Орион — украшение зимнего неба (рис. 33). Особенно приметны в нем три рядом стоящие звездочки, находящиеся внутри большого четырехугольника, — это «пояс» Ориона. Верхняя левая красная звезда в четырехугольнике носит имя Бетельгейзе, верхняя правая — Беллатрикс. Нижняя правая в четырехугольнике — Ригель.

В декабре, около полуночи, когда Орион занимает наиболее высокое положение на юге, вблизи зенита возвышается созвездие Возничего. А ниже Ориона, к юго-востоку от него, довольно хорошо наблюдается созвездие Большого Пса с самой яркой звездой неба — Сириусом. Находясь низко над горизонтом, Сириус сильно мерцает и переливается всеми цветами радуги.

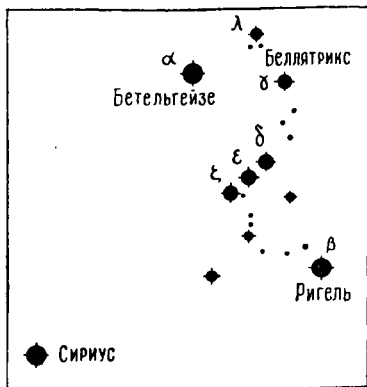


Рис. 33.

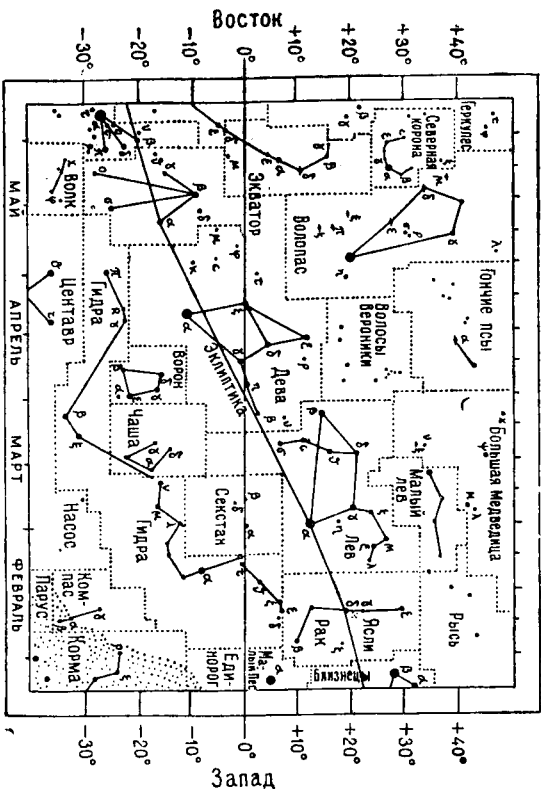
В январе Орион и Возничий пройдут высшее положение на 2 часа раньше, чем в декабре (около 22—23 часов).

Телец с Плеядами окажутся в южном направлении уже с наступлением темноты, позже мы найдем их в западной части неба. В январскую полночь над точкой юга пройдут созвездия, которые в предыдущем месяце в вечернее время едва при-

поднимались над горизонтом. В первую очередь это будет созвездие Близнецов. Оно напоминает неправильный вытянутый прямоугольник, левая короткая сторона которого украшена двумя яркими близко стоящими звездами Кастором и Поллуксом — так звали героев-близнецов, один из которых поделился с другим бессмертием. Расстояние между ними несколько меньше расстояния между крайними звездами ковша Большой Медведицы (менее 5°). Соседями Близнецов с западной стороны являются созвездия Ориона и Возничего, а с восточной — Рак и Лев. Между Близнецами и блестящим Сириусом находится созвездие Малого Пса с яркой звездой Прочион. Три яркие звезды — Бетельгейзе (α Ориона), Сириус (α Большого Пса) и Прочион (α Малого Пса)

ЮЖНАЯ СТОРОНА ВЕСЕННЕГО НЕБА.

Звезды близкие к зениту



Звезды близкие к горизонту

Рис. 34.

образуют на небе крупный равносторонний треугольник, и по нему легко изучать всю зимнюю группу созвездий. На зимнем небе над горизонтом проходят созвездия с наиболее яркими звездами.

Близятся февраль и март (рис. 34). Теперь созвездия Близнецов, Ориона, Большого и Малого Пса будут на юге уже не в полночь, а в 9—11 часов вечера. Около полуночи в феврале над точкой юга пройдут созвездия Рака со слабыми малоприметными звездами и Льва, граничащего с запада (справа) с Близнецами.

Созвездие Льва на небе легко найти: его яркие звезды образуют трапецию. Ярче других сверкает Регул (α Льва), расположенный в основании трапеции у правой ее вершины. Средняя часть трапеции находится на линии, проходящей через Полярную и крайние звезды ковша Большой Медведицы (α , β).

Апрель... Прошло весеннее равноденствие — момент, когда Солнце пересекает экватор, день становится длиннее, продолжительнее сумерки. Наблюдения можно начинать после 9—10 часов вечера. С вечера далеко на западе мы еще сможем найти заходящий Орион. В это время на юге видны звезды Льва, а в зените — ковш Большой Медведицы. К полуночи над точкой юга расположится созвездие Девы, а немного позже — созвездие Волопаса. Знакомые же нам по зиме созвездия в это время будут видны в западной части неба вблизи горизонта.

В созвездии Девы трудно найти какую-либо характерную фигуру. Разыскать его нам поможет лишь звездная карта (рис. 34). Это созвездие расположено юго-восточнее созвездия Льва. Ярko сверкает в нем голубоватая Спика (Колос). На старинных картах вблизи Спика

(а Девы) изображали женскую фигуру с колосом в руке. Когда на юге находится созвездие Девы, то на севере низко над горизонтом виднеется созвездие Кассиопеи.

В мае и июне время для наблюдений звездного неба резко сокращается. Вблизи полуночи над точкой юга высоко над горизонтом можно видеть созвездия Волопаса и Северной Короны, а низко у горизонта продвигаются звезды Весов. Арктур, самую яркую звезду в созвездии Волопаса, находят по звездам ручки ковша Большой Медведицы. Дуга, соединяющая эти звезды и продленная в сторону, обратную ковшу, указывает прямо на Арктур. По соседству со звездой δ Волопаса можно найти небольшое созвездие Северной Короны, напоминающее подкову с одной яркой звездой посередине — Геммой.

Конец мая — начало июня. Вблизи полуночи в южном направлении, недалеко от зенита, проходят звезды Скорпиона. Высоко над горизонтом, в юго-восточной стороне неба, будет созвездие Лиры, а еще далее к востоку можно увидеть созвездие Лебеда.

Итак, прошел год, и мы увидели прежнюю картину неба... Наблюдая от полуночи к полуночи в течение года, мы обошли весь небесный свод.

Пользуясь звездными картами для различных сезонов, легко определить, в каком месяце то или иное созвездие будет в полночь находиться в южном направлении, занимая наивысшее положение над горизонтом. Это созвездия, стоящие в вертикальном столбце карты над нужным месяцем. Причем звезды, находящиеся у верхнего края карты, будут видны у нас вблизи зенита, а звезды, расположенные у нижнего края карты, пройдут в полночь низко у горизонта. Цифра, стоящая у верхней

границы карт, показывает звездное время в момент прохождения различных звезд через меридиан. По разности звездных времен для различных вертикальных столбцов легко определить, насколько раньше или позже пройдет через меридиан та или иная группа звезд в интересующем нас месяце.

Обратимся к карте летне-осеннего неба (снова рис. 31). Здесь можно видеть, что в июле — августе южную сторону меридиана в полночь проходят следующие созвездия: Лебедь (вблизи зенита), Орел (почти между зенитом и горизонтом) и низко над точкой юга Стрелец. Созвездия, расположенные на небе к западу от них (в колонках справа), уже прошли меридиан до полуночи (Геркулес, Скорпион). Созвездия, лежащие левее, восточнее Лебеда, Орла, Стрельца, пройдут южную сторону меридиана позже. Взяв в часах (с точностью хотя бы до получаса) разность моментов прохождения звезд через меридиан по цифрам, стоящим у верхнего края карты, легко подсчитать, когда по нашим обычным часам та или иная группа звезд будет в южном направлении. В данном примере звезды Геркулеса и Скорпиона пройдут меридиан в конце июля — начале августа примерно за три-четыре часа до полуночи (в 21—22 часа по нашим часам), а звезды Пегаса будут над точкой юга в это время года только около четырех часов утра.

Огромную помощь в изучении звездного неба с учетом суточных и годовых изменений его вида может оказать подвижная звездная карта (смотрите вкладку в конце книги). Это изображение звездного неба, вращающееся вокруг Полярной звезды. Через вырезанный круг, обозначающий горизонт данного места Земли, можно

увидеть нужную картину неба. Для этого надо совместить путем вращения карты избранный час наблюдения, подписанный на верхнем круге, с датой наблюдения, подписанной на краю карты. Центр вырезанного круга является зенитом. Звезды, находящиеся в данный момент вблизи этой точки, наблюдаются выше всего над головой. От зенита к Полярной звезде вплоть до горизонта проходит северная сторона небесного меридиана. В обратную сторону от зенита — его южная сторона.

Установив карту для нужного часа и даты наблюдения, ее поднимают над собой, направив «зенит» карты в зенит места наблюдения. При поисках созвездий карту ориентируют по сторонам горизонта. Для этого ее надо повернуть так, чтобы надпись «север» на верхнем круге была обращена к Полярной звезде. Тогда легко искать созвездия, видимые на юге, востоке, западе.

При самостоятельном изучении звездного неба с помощью карты следует обращать внимание на блеск звезд (их звездную величину) и учитывать масштаб карты. Забыв об этом, можно ошибочно принять произвольные «треугольники», «квадраты» или другие приметные фигуры за реальные группы звезд, входящие в созвездия. Чтобы избежать этого, приходится сравнивать расстояние между известными звездами. Удобной меркой может служить расстояние между α и β Большой Медведицы. Тогда уже легко узнать, во сколько раз ближе или дальше на небе расположена интересующая нас группа звезд относительно тех, которые мы уже уверенно умеем находить на небе.



НОЧНОЕ
СВЕТИЛО
ЛУНА



С незапамятных времен люди наблюдали за суточным движением ночного светила — верного спутника Земли, за его перемещением среди звезд, следили за периодическим изменением внешнего облика Луны, вглядывались в очертание ее поверхности.

Луне приписывали чудодейственное влияние на Землю и жизнь человека. Особо почитали ее в странах Древнего Востока. Культ Луны нашел отражение в некоторых официальных религиях. Чередующиеся появления Луны на небе в древние времена использовались в качестве простейшего природного календаря. Ее бледный свет помогал нашим далеким предкам при ночной охоте и рыбной ловле, при перегонах скота с одних пастбищ на другие, при переходах торговых караванов через пустыни... Наследием древнего лунного календаря является счет времени по месяцам и неделям, сохранившийся и в современном солнечном календаре.

Почему же Луна так заметно меняет свое положение на фоне созвездий, вследствие чего изменяется ее

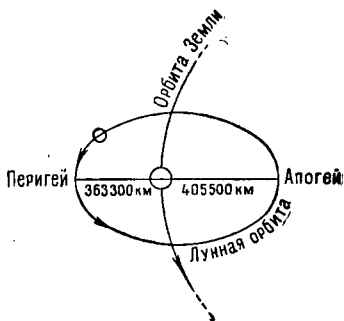


Рис. 35.

внешний вид, по какой причине мы встречаем Луну на небе или только по вечерам, или всю ночь, или же ее серебристый свет озаряет земную поверхность лишь в предрассветные утренние часы?

Луна — ближайшее к нам небесное тело, естественный спутник Земли, обращающийся вокруг нее по мало вытянутому эллипсу за

27 суток 7 часов 43 минуты (рис. 35). Вследствие этого движения изменяется место Луны на фоне созвездий, но через 27 с третью суток Луна вновь возвращается к той же группе звезд, а это значит, что совершился ее полный оборот вокруг Земли. Этот промежуток времени называют сидерическим, или звездным, месяцем. Движение Луны на фоне звезд легко обнаружить, сравнив ее положение относительно ярких звезд с вечера и ближе к полуночи. Достаточно и часа наблюдений за Луной, чтобы заметить перемещение ее на фоне звезд (рис. 36). За каждый час она сдвигается к востоку (влево) на величину своего углового диаметра, а за сутки оказывается восточнее на 13° . Значит, Луна возвращается на меридиан места наблюдения спустя тот промежуток времени, за который Земля поворачивается вокруг оси на $360^\circ + 13^\circ$. Для этого потребуется приблизительно-

но 24 часа 50 минут. Итак, последовательные прохождения Луны над точкой юга запаздывают изо дня в день на 50 минут.

Определив из наблюдений точки небосвода, на которые проектируется лунный диск, можно найти видимый путь Луны на небе и тем самым определить расположение плоскости лунной орбиты в пространстве. Путь Луны располагается неподалеку от эклиптики, но не совпадает с ней, а составляет угол около 5° . Такой угол в пространстве образуют между собой плоскости земной и лунной орбит. Поэтому Луна практически не выходит за пределы зодиакальных созвездий, вдоль которых передвигается в течение года Солнце.

Лунная орбита подвержена заметным изменениям. Ее эллипс несколько деформируется, время от времени изменяется расстояние между Землей и Луной в перигее и апогее, происходит поворот в пространстве линии узлов, по которой пересекаются плоскости лунной и земной орбит, изменяется угол наклона этих плоскостей. Это происходит вследствие взаимодействия Луны с Солнцем и другими планетами в процессе ее обращения вокруг Земли.

Сама Луна — темное непрозрачное тело. Оно светит отраженным солнечным светом, но не всегда он направлен в сторону Земли. Доля солнечного света, отражающаяся к Земле, зависит от расположения Луны на орбите по отношению к Солнцу и Земле.

Рис. 36.



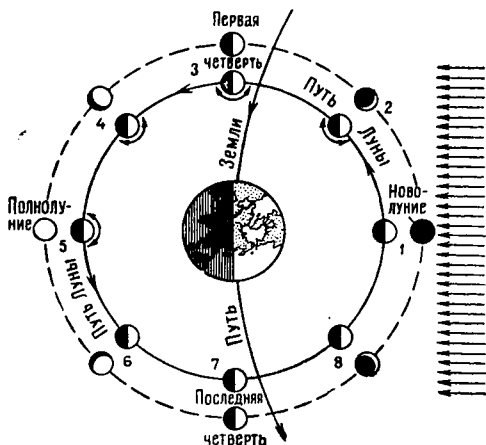


Рис. 37.

Периодически изменяется и вид Луны, происходит смена лунных фаз. Те же фазы Луны повторяются через 29,5 суток, то есть спустя приблизительно двое суток после того, как Луна пройдет около прежней группы звезд.

Как же узнать, лунной или темной будет та или иная ночь? А это важно для тех, кто собирается проводить астрономические наблюдения за звездами или планетами. Когда Луна находится высоко и светит ярко, ее рассеянный в атмосфере Земли свет настолько освещает весь небосвод, что не удастся видеть не только слабые, но и довольно яркие светила. Но много интересного для

любителя могут дать наблюдения самой Луны. Для этого тоже надо знать, в какое время суток она будет находиться над горизонтом, какая часть ее поверхности будет доступной для наблюдений.

Чтобы узнать об этом, надо уметь различать и определять фазы Луны. Для понимания причины смены лунных фаз обратимся к рисунку 37. Здесь показана орбита Луны, отмечен ряд положений нашего спутника на орбите, показаны границы освещенности Луны Солнцем и часть орбиты Земли. Рядом с орбитой Луны на пунктирном круге — вид Луны на небе для различных фаз.

Расстояние между Землей и Солнцем в 400 раз превосходит расстояние между Землей и Луной. Солнце настолько далеко от Земли и Луны, что оно посылает к Земле и Луне практически параллельные, незначительно расходящиеся лучи. Граница освещенности Земли и Луны всегда располагается в плоскости, перпендикулярной потоку этих лучей.

Пусть Луна находится между Землей и Солнцем (1). Это новолуние. В лунном полушарии, обращенном к Солнцу, день. А что мы видим с Земли? К нам обращено ночное, не освещенное Солнцем полушарие нашего спутника, и Луна становится невидимой.

Но пройдет 3—4 дня, и угол между направлениями к Луне и Солнцу изменится. Луна на небе отойдет от Солнца влево к востоку приблизительно на 45° (2). Как видно из рисунка, сейчас к Земле повернута большая часть ночного полушария Луны. Однако теперь справа, со стороны, обращенной к Солнцу, мы видим узкий лунный серпик. Это небольшая часть дневного полушария

Луны, обращенного в сторону Земли. На вогнутой линии лунного серпа — терминаторе, границе раздела дневного и ночного полушарий Луны, — происходит в настоящее время восход Солнца. Заметим, что когда на вечернем небе четко вырисовывается узкий серпик Луны, довольно легко можно увидеть слабое очертание всего лунного диска. Особенно хорошо наблюдать такую картину в бинокль или небольшую зрительную трубу. Рядом с блестящим изящным серпиком слабо светит едва различимым серовато-голубоватым светом остальная часть лунной поверхности. Это явление называют пепельным светом Луны. Его посылает своему спутнику наша Земля.

Прошло еще три-четыре дня. Луна отошла от Солнца на восток на 90° . Наступила первая четверть Луны (3). Пепельный свет угасает. Но теперь к Земле обращена уже половина дневного полушария Луны. Мы видим ее в виде полудиска. Граница раздела между ее дневным и ночным полушариями направлена прямо к Земле. Теперь уже над всеми морями и кратерами, расположенными в правой половине диска, светит Солнце, а в пунктах, лежащих на светлом выпуклом лунном крае, — полдень.

В первой четверти Луна светит всю вечернюю половину ночи и заходит около полуночи. В этой фазе она проходит через меридиан через 6 часов после полудня, то есть около 19 часов по декретному времени.

По мере продвижения Луны по орбите она все больше отходит от Солнца. Угол между направлениями с Земли к Луне и Солнцу становится больше 90° . Теперь к нам обращена большая часть дневного полушария

Луны. Граница дня и ночи уже перешла в левую половину диска Луны, за его центр. Луна видна на небе в виде несимметричного овала (4). Вспомним, что она ежедневно приходит на меридиан с опозданием на 50 минут. Если известно, сколько дней прошло после первой четверти, то легко подсчитать время кульминации Луны в этой промежуточной фазе и определить, когда наш спутник будет проходить над точкой юга в день наблюдения, занимая наивысшее положение над горизонтом.

Но вот Луна встала против Солнца, наступило полнолуние (5). Теперь к Земле обращено все дневное полушарие Луны, а ее терминатор совпадает с краем лунного диска. На левом, восточном, крае происходит восход, на правом — заход Солнца. На центральном лунном меридиане, обращенном прямо к Земле, в это время полдень.

Обратите внимание на рисунок: Луна и Солнце теперь видны с Земли в противоположных направлениях. Вот почему, когда заходит Солнце, то с самого вечера над нашим горизонтом поднимается полная Луна. К полуночи она достигает наибольшей высоты и находится на юге, а к утру заходит, оставаясь, таким образом, всю ночь над горизонтом.

Замечали ли вы, что полную Луну мы по-разному видим с Земли зимой и летом? В зимние месяцы полная Луна очень высоко поднимается над горизонтом и с большой высоты озаряет поверхность Земли. Летом же ее крупный диск очень низко проплывает над горизонтом. Понять это нетрудно. Мы уже знаем, что в полнолунии Луна противостоит Солнцу, а путь Луны и Солнца на небе проходит среди созвездий зодиака. Летом

Солнце располагается в зодиакальных созвездиях северного небесного полушария, тогда Луна в полнолунии займет место в южных зодиакальных созвездиях, в которых Солнце окажется через полгода. По этой причине зимой Луна поднимается так же высоко около полуночи, как Солнце летом около полудня, и наоборот.

После полнолуния фазы Луны меняются в обратном порядке. По мере движения Луны по орбите (6, 7, 8) к Земле поворачивается все меньшая часть дневного полушария Луны. Ее западный край погружается во мрак. Здесь наступает долгая двухнедельная лунная ночь. Граница захода Солнца продвигается по поверхности лунных морей и кратеров, видимых с Земли, справа налево. В последней четверти (7) мы еще видим половину светлого полушария Луны. Ее выпуклый край теперь обращен к востоку. Расположенная к западу от Солнца на 90° , Луна в последней четверти появляется над горизонтом во вторую половину ночи и около 7 часов утра указывает южное направление. Через 29,5 суток Луна вновь становится между Землей и Солнцем — снова наступает новолуние.

Итак, мы рассмотрели последовательную смену фаз Луны. Посмотрев на листок календаря и узнав фазу, можно легко узнать, что если в данное время период, близкий к новолунию, то бесполезно планировать наблюдения нашего спутника, но зато прекрасно наблюдаются другие светила на темном фоне неба. В периоды, близкие к первой четверти, Луна видна с вечера и к полуночи заходит. Это наиболее благоприятное время для наблюдения лунной поверхности. В полнолунии Луна завладевает небом. Заметно освещая Землю и ее атмо-

сферу, она лишает астрономов возможности вести астрофизические наблюдения других небесных тел. После полнолуния только во второй половине ночи наш спутник будет проливать слабый свет на Землю.

Иногда во время полнолуния можно наблюдать интересную картину.

Как обычно, над нашим горизонтом поднимается круглый диск полной Луны. Но что с ней происходит? Ее левый восточный край начинает багроветь. Постепенно все большая и большая часть лунной поверхности приобретает медно-красную или бурую окраску. Через час-два можно заметить, что тот же восточный край, который ранее всего принял своеобразный цвет, начинает светить по-прежнему. Постепенно и весь диск Луны выплывает из красноватой пелены.

Мы стали очевидцами лунного затмения, которое бывает как полным, так и частным. При движении Луны вокруг Земли через определенное число полнолуний одно из них может произойти на линии узлов (линии пересечения лунной и земной орбит). Тогда три небесных тела — Солнце, Земля, Луна — будут расположены в пространстве на одной прямой. При этом Луна попадает в конус тени, которую постоянно отбрасывает Земля своим ночным полушарием.

Если бы орбиты Земли и Луны находились в одной плоскости, то во время всякого новолуния мы были бы очевидцами затмения Солнца. Точно так же в каждое полнолуние мы могли бы видеть затмение Луны. Но вследствие наклона плоскостей их орбит затмения относятся к довольно редким явлениям природы. В среднем бывает одно-два затмения в течение двух лет. В иные

годы затмений Луны совсем не происходит. Из таблицы 1 можно узнать, когда произойдут ближайшие полные лунные затмения, видимые на территории Советского Союза, в том числе в Свердловске.

Таблица 1

Годы.	Начало по московскому времени.	Продолжительность.
1964 год, 19 декабря	3 час. 03 мин.	1,1 часа
1971 год, 6 августа	21 час. 53 мин.	1,7 часа
1974 год, 29 ноября	17 час. 38 мин.	1,3 часа
1975 год, 19 ноября	1 час 01 мин.	0,8 часа

В то время, как затмения Солнца можно наблюдать только с узкой полосы земного шара, по которой скользит лунная тень, лунное затмение одновременно наблюдается со всего ночного полушария Земли, где стоит полная Луна, потому что весь ее диск погружен в земную тень. Но в одних местах Луна только восходит (там вечер), в других она находится вблизи меридиана (затмение здесь происходит около полуночи), в третьих — затмевающаяся Луна близка к заходу и здесь скоро наступит утро.

Почему же Луна, попав в конус земной тени, не исчезает из виду, а светит на небе? Собственного света Луна не имеет. Откуда же берется своеобразный красноватый свет, освещающий лунный пейзаж?

Посмотрите на рисунок 38. Обратите внимание на области, лежащие в основании конуса земной тени. Лучи Солнца загораживаются Землей, но довольно свободно проникают через земную атмосферу. Солнечный свет преломляется и рассеивается ею. Наибольшее преломление вызывают самые плотные слои атмосферы, засоренные пылью и дымом, насыщенные водяным паром. Эти слои пропускают к Луне только длинноволновые

желтые и красные лучи. Вспомните, как меняет атмосфера свет Солнца и Луны, когда мы их видим вблизи горизонта.

Наблюдая Луну изо дня в день в бинокль или небольшой телескоп, легко заметить, что вид ее поверхности всегда одинаков. У краев лунного диска, у его центра, вблизи границы дня и ночи при одноименной фазе мы увидим те же лунные «моря» и кратеры. Уже давно люди заметили, что Луна всегда обращена к Земле одной и той же своей стороной. Причиной этого является то, что наш спутник, двигаясь вокруг Земли с периодом в $27\frac{1}{3}$ суток, за то же самое время совершает медленный поворот вокруг собственной оси. Продвинувшись на какой-то угол вокруг Земли по орбите, Луна повернется в ту же сторону и на тот же угол вокруг своей оси. Для земного наблюдателя «лицо» нашего спутника останется при этом неизменным. Вот почему пытливый человеческий ум давно стремился взглянуть на обратную сторону Луны, увидеть или запечатлеть на снимках лунную

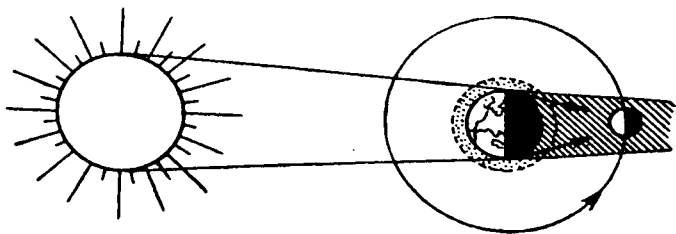


Рис. 38.

поверхность, невидимую с Земли. Сколько легенд, самых смелых фантазий, а иногда и нелепостей было высказано об этой стороне нашего спутника!

Человек уже не прикован к Земле. Советские люди сделали наше поколение зачинателем межпланетных полетов.

7 октября 1959 года с 6 часов 30 минут до 7 часов 40 минут по московскому времени советская автоматическая межпланетная станция, оснащенная необходимой фотографической и телеметрической аппаратурой, запечатлела большую часть поверхности Луны, не наблюдаемой с Земли. Поскольку станция должна была осуществить съемку обратной стороны Луны, то само собой разумеется, что запуск ракеты был приурочен к такому времени, когда невидимая с Земли сторона Луны была освещена Солнцем. Снимки были получены с расстояний около 60—68 тысяч километров от поверхности Луны, когда автоматическая станция находилась между Луной и Солнцем.

Впервые в истории человечества удалось осуществить телевизионную передачу изображений с огромных расстояний от Земли. Это был один из самых грандиозных и смелых подвигов за всю историю науки. Ведь в течение веков считалось, что невидимая сторона Луны принципиально непознаваема для человека и мы никогда не узнаем ее рельефа. Советская наука камня на камне не оставила от этих утверждений, принижающих мощь человеческого разума.



КОГДА
И КАК
НАБЛЮ
ДАТЬ
ПЛАНЕТЫ



В самой глубокой древности наблюдатели заметили на звездном небе несколько ярких светил, которые в отличие от непрерывно мерцающих звезд светят ровным спокойным светом и, подобно Луне, меняют свое место на фоне зодиакальных созвездий. Эти яркие светила были названы планетами (от греческого слова «планао» — блуждаю) и получили свои имена в честь греческих и римских богов и богинь.

Какая из планет быстрее всех совершает оборот вокруг Солнца? Конечно, самая близкая к нему. Не случайно она была названа именем быстрого, подвижного, вечно странствующего бога торговли — Меркурия. Утренняя яркая планета, предвестница зари, получила имя богини любви и красоты — Венеры. Красноватый Марс, цвет которого отдаленно напоминал цвет крови, был назван в честь бога войны. Медленный, яркий Юпитер, величественно перемещающийся среди звезд, стал тезкой верховного бога древних римлян. А тусклая желтоватая планета получила имя бога смерти и «потустороннего»

мира Сатурна. Все эти пять планет хорошо наблюдаются невооруженным глазом, а Венера, Марс, Юпитер сияют сильнее самых ярких звезд — Сириуса и Веги. В более позднее время были открыты другие, далекие планеты: Уран (1781 г.), Нептун (1846 г.), Плутон (1930 г.). Они блещут очень слабо и видны только в телескоп. Для всех планет характерны своеобразные, на первый взгляд удивительные, движения среди звезд.

Луна, как известно, продвигается среди звезд приблизительно с одинаковой скоростью (около 13° в сутки) и всегда в одном направлении к востоку. Это движение называют прямым.

Планеты же загадочным образом меняют свое расположение на фоне созвездий зодиака. В течение значительного времени они, следуя примеру Луны, движутся на восток (справа налево), а затем, ненадолго приостанавливаясь, начинают пятиться назад, к западу. Проходит некоторое время, и планета вновь меняет направление движения, а потом ускоряет свой торопливый ход на восток, с тем чтобы снова его замедлить и повернуть на короткое время к западу. Движение планеты к востоку называют прямым, движение к западу — попятным, или обратным. В результате получается сложное петлеобразное движение.

Загадку этих петель раскрыл знаменитый польский астроном Николай Коперник. Ясно понимая относительность всякого движения, он показал, что запутанное движение планет является кажущимся. В действительности планета никаких петель не совершает, а обращается вокруг Солнца в том же направлении, что и Земля —

против хода часовой стрелки. Видимое петлеобразное движение вызвано различием скоростей, с которыми планеты обращаются вокруг Солнца. Движение всех планет происходит по мало вытянутым эллипсам, а потому протекает почти равномерно, с небольшими ускорениями вблизи перигелия и замедлениями близ афелия. Чем ближе планета к Солнцу, тем меньше период ее обращения вокруг Солнца, тем больше скорость. Ближайшие к Солнцу планеты — Меркурий и Венера — обгоняют Землю. Более далекие планеты — Марс, Юпитер, Сатурн и другие — движутся медленнее Земли и отстают от нее.

Видимое положение любой планеты на фоне звезд зависит от того, где в настоящее время находится планета на своей орбите и откуда мы ее наблюдаем, то есть от того, где в это же время находится Земля на своей орбите. Мы видим петли в результате сложения скоростей движения Земли и планеты вокруг Солнца.

Легче всего наблюдать петлеобразное движение Марса. Это самая подвижная из внешних планет. Ее попятное движение начинается за 35 дней до противостояния и длится столько же после него.

На рисунке 39 показан видимый петлеобразный путь Марса, который он описал в созвездии Водолея осенью 1956 года во время своего последнего великого противостояния. С Земли, движущейся быстрее Марса и обгоняющей его, казалось, что вблизи противостояния Марс очень заметно меняет как направление, так и скорость своего движения на фоне звезд. В действительности обе планеты в одном и том же направлении двигаются вокруг Солнца.

Часто задают вопросы: какие планеты можно найти на звездном небе? Отчего меняются условия их видимости? Всегда ли можно увидеть ту или иную планету? Почему одни и те же планеты по-разному наблюдаются над нашим горизонтом: в отдельные годы высоко, в другие — низко?

Мы уже не раз говорили, что на нашей, как и любой промежуточной, широте неодинаково наблюдаются светила северного и южного полушарий — различны их высота и время пребывания

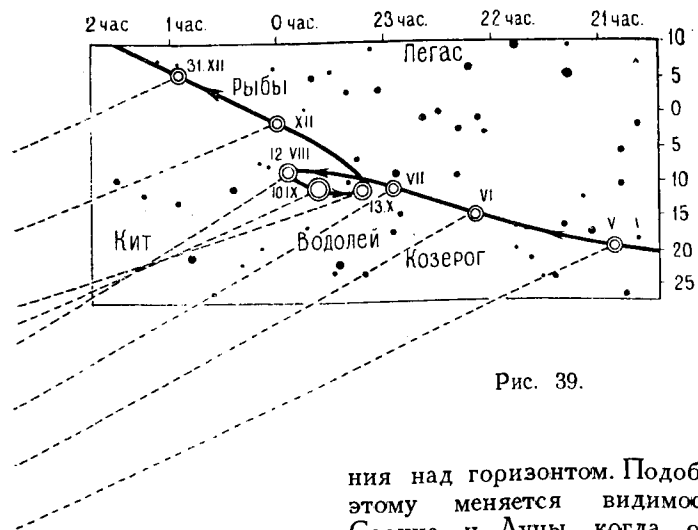


Рис. 39.

ния над горизонтом. Подобно этому меняется видимость Солнца и Луны, когда они бывают то в северных, то в южных зодиакальных созвездиях. Когда Солнце находится в Тельце или Близнецах, тогда оно высоко поднимается над горизонтом и долго светит. Когда же Солнце бывает в южном небесном полушарии и проходит, например, созвездия Стрельца или Козерога, его суточный путь лишь незначительно приподнимается над нашим горизонтом. В это же самое время оно высоко поднимается и надолго остается над горизонтом пунктов южного полушария.

Путь планет на небосводе проходит поблизости от эклиптики — видимого годового пути Солнца. Все они

обращаются вокруг Солнца по орбитам, которые расположены приблизительно в одной плоскости с орбитой Земли. При перемещении по эклиптике Солнце максимально отклоняется от экватора на $23,5^\circ$. Отклонение планет от экватора не превышает 25° — 30° (к северу или югу от него). Поэтому на широте Свердловска все планеты восходят и заходят подобно Солнцу и Луне (рис. 25). В самых северных местах Урала практически нельзя наблюдать планеты, когда они проходят наиболее южные зодиакальные созвездия. Для некоторых планет такие периоды могут длиться несколько лет (особенно для далеких планет, медленно движущихся вокруг Солнца). В 1959—1960—1961 годах Юпитер и Сатурн продвигались как раз на фоне наиболее южных созвездий — Скорпиона и Стрельца, и поэтому были видны низко над нашим горизонтом. Через несколько лет Юпитер и Сатурн перейдут в другие созвездия, более близкие к небесному экватору, а потом и в северные зодиакальные созвездия. Тогда их можно будет наблюдать высоко над нашим горизонтом.

При возвращении планеты к тому же зодиакальному созвездию ее суточный путь по отношению к нашему горизонту становится прежним, а затем испытывает последовательные изменения при переходе планеты от одного созвездия зодиака к другому. Периоды таких чередований для каждой планеты различны.

Но планеты могут быть расположены в северном зодиакальном созвездии, которое высоко наблюдается на широтах Урала, и тем не менее мы не сможем найти на темном фоне неба сверкающую Венеру, блестящий Юпитер, характерный своим красноватым цветом яркий

Марс. Почему планета в этом случае может оказаться рядом с Солнцем и утонет в его лучах.

Яркую планету можно найти на фоне вечерней или утренней зари, если она более чем на $20-25^\circ$ удалена от Солнца. Труднее всего увидеть Меркурий, который в два с половиной раза ближе к Солнцу, чем Земля. Свой путь вокруг Солнца Меркурий пробегает за 88 суток. Довольно сильно вытянутая орбита этой планеты рассматривается с Земли под углом всего лишь около 45° , а наибольшие отклонения Меркурия от Солнца колеблются в пределах от 19° до 28° . По этой причине Меркурий почти всегда находится в лучах Солнца. Дни наибольшего отклонения Меркурия от Солнца часто совпадают с неблагоприятной погодой или продолжительными летними сумерками. Часто бывает так, что в течение года, а то и более, астрономам, ведущим наблюдение за Меркурием, не удастся увидеть эту неуловимую планету. При ясной погоде Меркурия, максимально удалившегося от Солнца, все же можно найти на небе во время вечерних сумерек или на рассвете.

Более благоприятны условия для наблюдений Венеры. Орбита этой планеты также находится внутри орбиты Земли. Поэтому Меркурий и Венеру называют внутренними планетами. Но орбиту Венеры мы видим с Земли под углом свыше 90° . Вследствие этого Венера может отклоняться от Солнца к востоку или к западу на $45^\circ-48^\circ$. Но, как видно, и она не расстается с Солнцем, постоянно находясь вблизи него. Видимость Венеры с Земли зависит от взаимного пространственного положения обеих планет в солнечной системе.

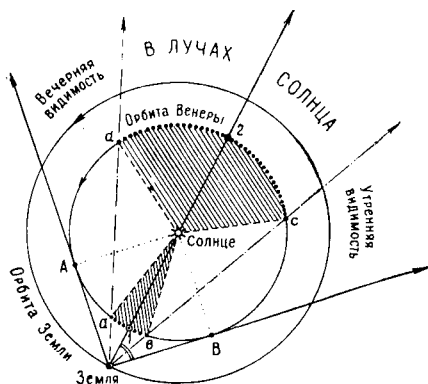


Рис. 9.

Чтобы понять изменение условий наблюдения этой планеты с Земли, обратимся к рисунку 40. Здесь показаны орбиты Земли и Венеры, сохранены относительные размеры орбит. Эллиптичность ю орбит в этом случае можно пренебречь, потому что она очень мала.

Положение планеты на орбите, когда она находится ближе всего к Земле (между Землей и Солнцем), называют нижним соединением планеты (1). Венера тогда отстоит от Земли всего на 40 миллионов километров. Ни одна из больших планет не подходит к Земле на такое близкое расстояние. Ясно, что всякое светило удобно наблюдать с более близкого расстояния. Но можно ли тогда увидеть Венеру, Меркурий? Очевидно, нет. Внутренние планеты в это время обращены к Земле своим темным ночным полушарием и находятся на небе рядом с Солнцем. Значит, близость Венеры к Земле нельзя использовать в оптических наблюдениях за планетой. Очень редко (раз в сто с лишним лет) Венера в момент нижнего соединения может быть видна на диске Солнца в виде медленно движущегося черного

кружка. Двести лет тому назад (26 мая 1761 года) М. В. Ломоносов, наблюдая такое явление в своей телескоп, установил, что Венера окружена плотной атмосферой. Из-за нее поверхность планеты оказывается по существу невидимой с Земли. Густая непрозрачная атмосфера старательно прячет от пытливого глаза ученых многие тайны этого близкого к Земле мира, и сведения о нем остаются пока сравнительно скудными.

Расположение Венеры за Солнцем, когда расстояние между этими планетами наибольшее (340 миллионов километров), называют верхним соединением. Ясно, что и теперь нам не удастся разыскать Венеру на небе.

Планету нельзя наблюдать не только в соединениях, но и в течение значительного времени до и после них, когда она еще близка к Солнцу. Суточный путь планеты над горизонтом проходит тогда в дневное время вместе с Солнцем. На том же рисунке точками показаны положения планеты на орбите, когда ее не удастся видеть на темном небе. В этом случае угол при Земле, образованный лучами зрения к Венере и Солнцу, оказывается меньше 22° — 25° . Из чертежа видно, что такому «углу зрения» с Земли соответствуют разные участки орбиты Венеры — вблизи нижнего (ab) и верхнего (cd) соединений. Но вот Венера дальше отошла от Солнца. Только тогда мы найдем ее на сумеречном небе. Все положения Венеры на орбите, когда ее можно хорошо наблюдать с Земли, показаны сплошной линией. Во всех этих случаях угловое расстояние между Солнцем и Венерой на небе будет больше 25° . При максимальном удалении Венеры от Солнца луч зрения с Земли к этой планете окажется касательным к ее орбите (А и В, рис. 40). Тогда

три небесных тела — Солнце, Земля, Венера — образуют в пространстве прямоугольный треугольник с прямым углом при Венере. Ее обитатели в это время видели бы Землю на своем небе, удаленной от Солнца на 90° .

На нашем небосводе Венера в наибольшем удалении от Солнца отстоит от него на 46° — 48° (к востоку или западу). Эти моменты называют наибольшей восточной и западной элонгациями. На рисунке точка А соответствует восточной элонгации, а точка В — западной. Периоды, близкие и элонгациям, — наиболее благоприятны для наблюдений планеты. В восточной элонгации планета дольше видна по вечерам, после захода Солнца на западе. Она будет первым светилом (после Луны, конечно), которое становится видимым на темнеющем фоне неба. Вблизи западной элонгации Венеру можно наблюдать в утреннее время на востоке, перед восходом Солнца. Она последней угаснет на фоне утренней зари, предвещающая восход Солнца. Недаром ее называют утренней звездой — Авророй.

Видимость планеты с Земли периодически меняется. После наилучшей вечерней видимости через месяц-два наступает нижнее соединение с Солнцем, затем по истечении месяца Венеру снова можно найти на небе, но уже в лучах утренней зари. После наилучшей утренней видимости проходит около полугода, пока мы не сможем увидеть свою небесную соседку вечерней звездой.

Зная скорости орбитального движения Земли и Венеры, можно рассчитать, когда повторится одинаковая (вечерняя и утренняя) видимость планеты, узнать периоды ее невидимости. Венера, будучи внутренней пла-

нетой, обращается вокруг Солнца за 225 суток и за каждые сутки проходит по своей орбите $1^{\circ},6$. Земля за это же время пройдет только около 1° . Вследствие различия скоростей взаимное расположение планет в солнечной системе заметно меняется. Через 584 дня Венера, двигаясь быстрее Земли, пройдет по своей орбите на 360° больше, чем Земля, то есть обгонит ее на полный оборот. Через этот промежуток времени повторяется одинаковая видимость планеты.

По таблице 2 можно узнать те месяцы для различных лет, когда самая яркая из планет видна вечером, утром или бывает ближе всего к Земле. Так, например, в 1962 году вечерние наблюдения Венеры можно проводить с середины лета, а наилучшие условия видимости наступят осенью (восточная элонгация). В конце зимы 1962 года «сестра Земли» будет видна только по утрам, а в 1963 году ее нельзя будет найти на вечернем небе.

По таблице 2 можно заметить, что через 8 лет одна и та же видимость планеты повторяется в те же месяцы (сравните годы 1962 и 1970). В 1971 году, как и в 1963, не будет условий для вечерней видимости Венеры, не произойдет нижнего соединения, и только в конце года удастся наблюдать планету перед восходом Солнца. Пользуясь этой таблицей, можно в дальнейшем самостоятельно определять периоды наблюдений Венеры, период повторения ее видимости через 584 дня.

Когда же можно наблюдать остальные планеты — Марс, Юпитер, Сатурн и другие? Все они расположены дальше от Солнца, чем Земля, поэтому называются внешними. В отличие от внутренних планет — Меркурия и Венеры, постоянных соседей Солнца, — внешние

Таблица 2

Годы	Вечерняя видимость (восточная элонгация)	Наибольшее сближение с Землей	Утренняя видимость (западная элонгация)
1962	август-сентябрь-октябрь (3—4 IX) ¹	15 ноября	Декабрь
1963	—	—	январь-февраль (23 I)
1964	март-апрель-май (9 IV)	21 июня	июль-август-сентябрь-октябрь (29 VIII)
1965	октябрь-ноябрь-декабрь (14 XI)	—	—
1966	—	26 января	март-апрель-май (5 IV)
1967	май-июнь-июль (20 VI)	2 сентября	октябрь-ноябрь-декабрь (10 XI)
1969	декабрь 1968 г. январь-февраль 1969 г. (24 I)	8 апреля	май-июнь-июль (17 VI)
1970	август-сентябрь-октябрь (1 IX)	14 ноября	—

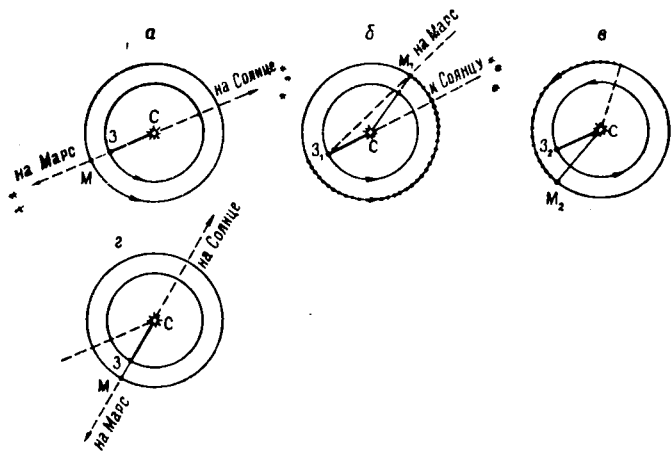
¹ В скобках отмечены дни, соответствующие наибольшей элонгации.

планеты могут располагаться в созвездиях зодиака на любом угловом расстоянии от Солнца. Если планета находится в непосредственной близости к Солнцу, то говорят о соединении ее с Солнцем. Когда же внешняя планета удалена от Солнца на 180° и противостоит ему на небосводе, то говорят о ее противостоянии.

В чем суть противостояния? Это такое положение планеты в солнечной системе по отношению к Земле и Солнцу, когда наша Земля становится между Солнцем и планетой. Три небесных тела — Солнце, Земля и пла-

нета — оказываются в этом случае на одной прямой. Рассмотрим пример с Марсом. На схеме (рис. 43 а) показан тот момент, когда Земля и Марс заняли в пространстве положение, присущее противостоянию. Наблюдая с Земли, мы видим, что Марс находится напротив Солнца, подобно Луне в полнолунии. Вот почему в противостоянии он восходит с самого вечера и виден всю ночь. В первую половину ночи красноватый Марс сияет в восточной и юго-восточной части неба и все это время поднимается выше и выше над горизонтом. В полночь, когда Солнце глубже всего уходит под горизонт, планета в противостоянии достигает своей верхней кульминации и видна на юге. Во вторую половину ночи

Рис. 41.



Марс проходит в западной части неба и, постепенно снижаясь, к утру заходит.

Как же часто повторяются противостояния? Они чередуются через определенные промежутки времени в зависимости от скорости движения Земли и планеты по их орбитам вокруг Солнца. Учитывая движение Земли (а она быстрее всех внешних планет меняет свое расположение в пространстве) и данной планеты, можно сравнительно легко определить тот период, через который повторится противостояние.

Большой интерес всегда вызывают противостояния Марса, самой близкой из всех внешних планет. Многочисленные сведения о физической природе Марса позволяют ученым сделать вывод о том, что он более чем другие планеты сходен с Землей. Тем не менее ни об одной планете не ведется так много споров, как о Марсе. Каждое противостояние Марса, особенно великое, приносит нам новые и новые сведения, о его поверхности, о физических условиях на этой планете.

Находясь от Солнца в полтора раза дальше, чем Земля, Марс проходит свою орбиту за 1,8 земного года, или 687 суток. Таким образом, он почти вдвое медленнее, чем Земля, движется вокруг Солнца. Могут ли противостояния Марса повторяться ежегодно? Ответить на этот вопрос нам поможет рисунок. Движение планет в солнечной системе, как известно, происходит в одном направлении — против хода часовой стрелки. С момента какого-либо противостояния Марса (рис. 40а) прошел один год (рис. 41б). Сравним эти рисунки. Через год Земля заняла на своей орбите прежнее место, а Марс прошел только немного больше половины своего пути,

который на рисунке 41б показан точками. Как видно, теперь Земля, Марс и Солнце расположены по отношению друг другу иначе, чем в противостоянии: Марс и Солнце находятся по одну сторону от Земли и наблюдаются почти в одном направлении. Марс скрывается в лучах Солнца. Пройдет еще год, и Земля снова совершит полный оборот вокруг Солнца. За это время Марс, пройдя немного больше половины своей орбиты, окажется впереди Земли (рис. 41в). Итак, прошло ровно два года, а противостояние еще не наступило. Но Земля движется по орбите быстрее Марса, поэтому она в скором времени догонит его и расположится между ним и Солнцем. Для этого требуется дополнительно около 50 дней (рис. 41г).

Таким образом, противостояния Марса наступают через два года и 50 дней. Тогда Марс занимает место в каком-либо зодиакальном созвездии, противоположном Солнцу. А в каком? Это зависит от времени года и даты, на какую пришлось противостояние. Найти это созвездие поможет рисунок 20.

У других внешних планет, которые еще медленнее Марса обращаются вокруг Солнца, противостояния повторяются чаще. Через сколько времени бывает в противостоянии гигант солнечной системы — Юпитер, который в пять раз дальше отстоит от Солнца, чем Земля, и обращается вокруг него приблизительно за 12 лет (11,8 года)?

Обратимся к рисунку 42. Здесь показаны орбиты Земли и Юпитера, буквами Ю — З показаны положения обеих планет на орбитах во время одного из противостояний. Для того чтобы произошло очередное

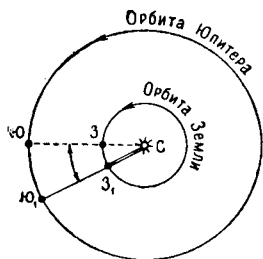


Рис. 42.

противостояние Юпитера, Земля снова должна занять положение в пространстве между ним и Солнцем. За время между двумя противостояниями Земле приходится совершить полный оборот вокруг Солнца да еще навестать путь, пройденный Юпитером за год по своей орбите. Юпитер почти в 12 раз медленнее Земли обращается вокруг Солнца. Следовательно,

он за год проходит немного больше 30° . Через год Земля и Юпитер расположатся на своих орбитах в точках Ю₁—З. Но противостояния еще нет. Земле надо догнать Юпитера на 30° . Но Юпитер продолжает свой плавный бег по орбите... Только через 33 дня Земля догоняет его и вновь становится между ним и Солнцем (Ю₁—З₁). Итак, противостояния Юпитера повторяются почти ежегодно — через 1 год 33 дня.

Сатурн удален от Солнца в 9,5 раза дальше, чем Земля. Медленно двигаясь вокруг Солнца, он только за 29,5 года совершает полный оборот вокруг него, ежегодно проходя по своей орбите немногим более 12° . Противостояния этой далекой планеты повторяются через 1 год 12 дней. У остальных внешних планет противостояния повторяются еще чаще — почти каждый год.

В самом деле, когда Земля совершит полный оборот вокруг Солнца и займет прежнее положение на своей орбите, то далекая, очень медленно движущаяся плане-

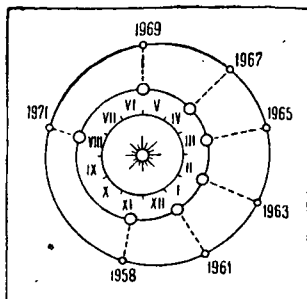
та окажется почти в том же месте своей орбиты. Она лишь незначительно сдвинется на восток, против хода часовой стрелки. А от этого сдвига (в градусах) будет зависеть, через сколько дней по истечении года наступит следующее противостояние планеты.

Чем отличается великое противостояние планеты от обычного? У всех ли планет оно бывает?

Характерной особенностью большинства крупных планет солнечной системы является то, что они обращаются вокруг Солнца по орбитам, близким к окружности. Поэтому расстояние между планетой и Землей в различных противостояниях остается практически неизменным. Марс, в отличие от них, движется по более заметно вытянутому эллипсу. По этой причине промежутки между орбитами Земли и Марса неодинаковы. Некоторые противостояния этой планеты могут происходить в той части пространства, где орбиты Земли и Марса сближаются. Это бывает в тех противостояниях, когда Марс находится вблизи перигелия — ближайшей к Солнцу точки своей орбиты. В этом случае Марс окажется ближе всего и к Солнцу, и к Земле. Вот такие противостояния и называют «великими».

На рисунке 43 показаны орбиты Земли и Марса, отмечены положения этих планет во время ближайших противостояний. Здесь можно

Рис. 43.

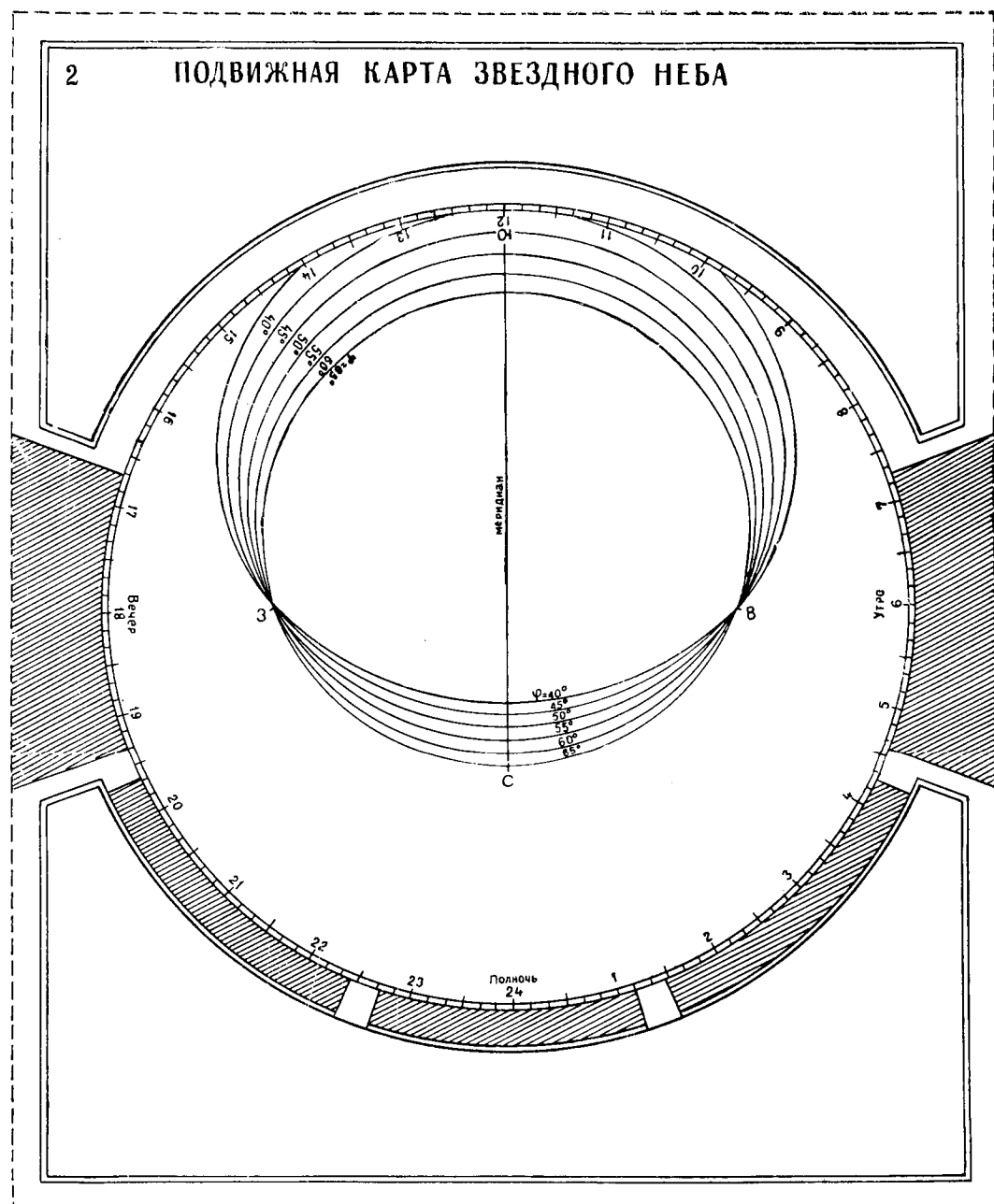
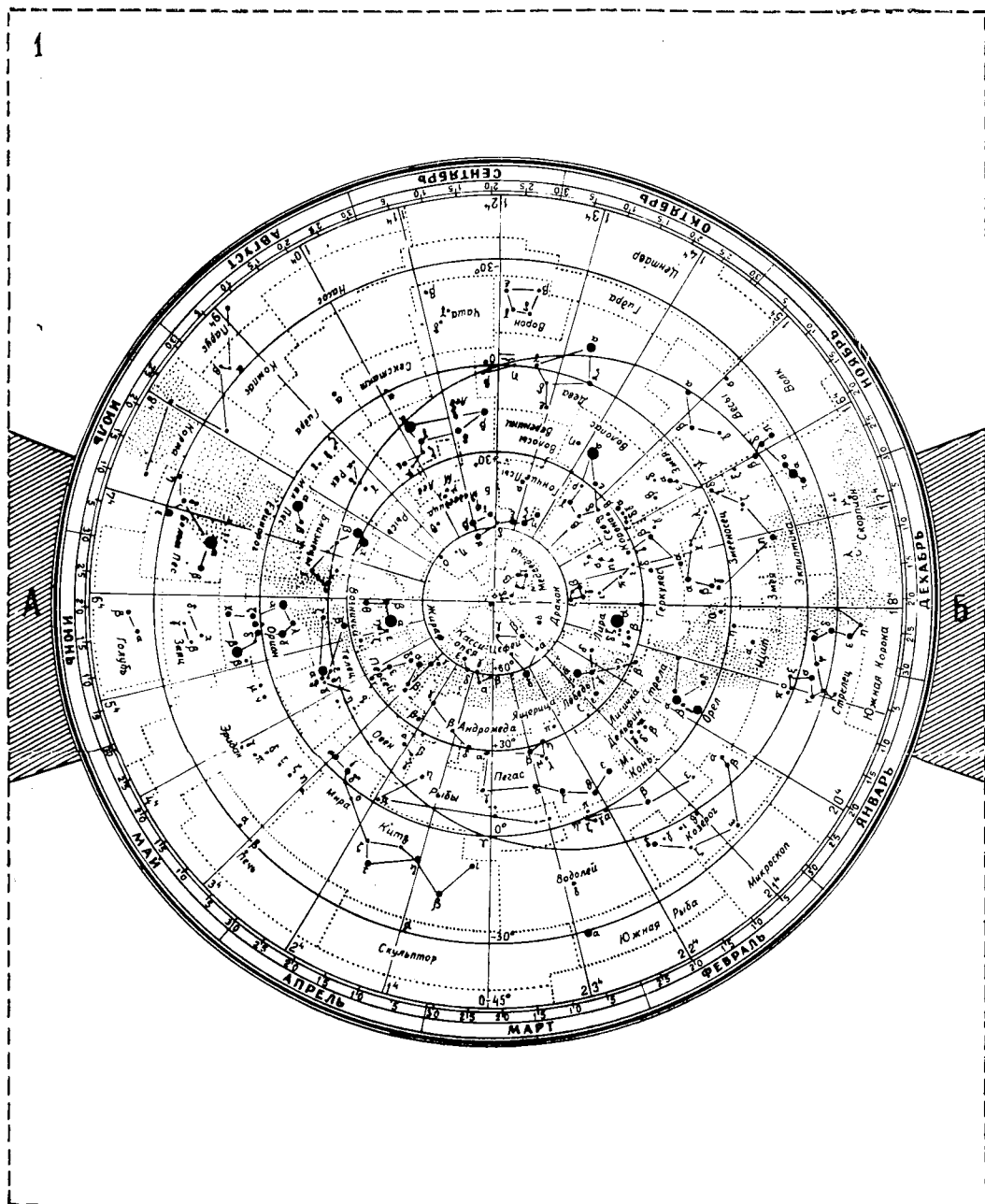


узнать, в каком месяце в различные годы произойдет противостояние Марса, какие из противостояний оказываются великими или достаточно благоприятными для его наблюдений.

В обычном противостоянии Марс удален от Земли на 100 миллионов километров. Во время великого противостояния расстояние уменьшается до 56 миллионов. Вот почему ученые стремятся использовать периоды великих противостояний Марса для более точных наблюдений за его поверхностью. Наиболее важные исследования физической природы Марса были выполнены во время его великих противостояний, чередующихся через каждые 15—17 лет. Последнее великое противостояние Марса произошло в начале сентября 1956 года. Следующее будет в 1971 году. Большой интерес для наблюдений представляют и противостояния, соседние с великим (например, противостояния 1969 и 1973 годов), когда расстояние между Землей и Марсом будет мало отличаться от минимального расстояния при великом противостоянии.

30 декабря 1960 года произошло обычное противостояние Марса. В первой половине 1961 года красноватую планету еще можно было найти на небе в вечернее время. Вторая половина 1961 года и первая половина 1962 года — период времени, неблагоприятный для наблюдений Марса. Тогда он далек от Земли и находится на небе вблизи Солнца. Только в конце 1962, а особенно в начале 1963 года на ночном небе снова будет ярко сиять сосед Земли по солнечной системе.

Но во всех ли противостояниях планету одинаково удобно наблюдать из данного места Земли? Например, противостояние 1963 года приходится на зимние месяцы,



КАК ИЗГОТОВИТЬ ПОДВИЖНУЮ КАРТУ ЗВЕЗДНОГО НЕБА

Перед вами бланки № 1 и № 2, которые используются для изготовления подвижной карты неба с учетом суточного и годового движения Земли. На первом бланке изображена звездная карта, где показаны наиболее яркие звезды северного полушария, а также звезды южного неба, видимые в умеренных широтах. По краю этой карты представлены месяцы и числа. Бланк № 2 представляет накладной круг с горизонтами для широт от 40 до 65 градусов северной широты. По внешнему краю этого круга указаны часы, соответствующие местному среднему времени. Чтобы определить, который теперь час по декретному времени, следует узнать разницу между этими временами для заданного места Земли. Декретное время всегда больше местного среднего на эту разность. Мы приводим ее для некоторых городов Урала.

Город	Разница	Город	Разница
Свердловск	0 час. 58 мин.	Магнитогорск	1 час. 04 мин.
Н. Тагил	0 час. 59 мин.	Ирбит	0 час. 47 мин.
Пермь	1 час. 15 мин.	Красноуфимск	1 час 09 мин.
Челябинск	0 час. 55 мин.	Курган	0 час. 39 мин.

Вычтя из декретного времени (время по нашим часам) известную разность, мы узнаем для того же самого момента времени свое местное среднее время. При определении вида неба эту разность достаточно учесть с точностью до 2—5 минут. Если пункт расположен вблизи основного меридиана данного часового пояса, то разность составляет приблизительно один час.

Для приготовления карты вырежьте бланки № 1 и № 2 по пунктирной линии и наклейте их на картон крахмальным или мучным клеем. Просушите эти заготовки под прессом. После этого возьмите

наклеенный на картон бланк с картой звездного неба и аккуратно вырежьте карту по внешнему кругу. Подравняйте ее края, чтобы она свободно и без зазубрин входила в образовавшийся круг. Теперь возьмите такой же лист картона, наложите на него оставшуюся от бланка № 1 выкройку и наклейте на этот картон. Вырежьте ненужные заштрихованные секторы А и Б и просушите выкройку под прессом.

В бланке № 2 с накладным кругом острым перочинным ножом аккуратно вырежьте заштрихованные участки и горизонт, соответствующий широте данного места. Для городов северного и южного Урала придется вырезать круг с надписями в 60 или 55 градусов. Предварительно обведите нужный круг цветным карандашом. К обратной стороне накладного круга по линии С—Ю приклейте черную нитку. Она будет изображать небесный меридиан, проходящий через полюс мира и зенит, который является центром вырезанного круга. Когда все части модели приготовлены, приступают к ее сборке.

Карту звездного неба вставляем в проем картонного бланка № 1, закрываем его картонным бланком № 2 с накладным горизонтом, предварительно смазав обратную сторону этого бланка клеем. Проверьте при этом центровку карты с накладным кругом. Обратите внимание, чтобы в образовавшиеся проемы в накладном круге виднелось одинаковой ширины кольцо звездной карты, а черная нить проходила через полюс мира.

При пользовании этой картой необходимо совместить время наблюдения (местное время) с датой. Для этого карте придают вращательное движение. Поворот карты легко сделать средними пальцами обеих рук через вырезанные участки, где ранее находились заштрихованные секторы А и Б. Например, вам надо установить вид звездного неба в Перми на 20 августа в 22 часа по вашим часам. Местное среднее время здесь меньше декретного на 1 час 15 мин. и, следовательно, в заданный момент окажется равным 20 час. 45 мин. Совместив дату 20 августа с временем 20 час. 45 мин., вы увидите в вырезанном круге картину неба для нужного часа и дня года. В центре круга будут расположены звезды, видимые в данный момент около зенита. От зенита к югу (вблизи черной нитки на модели) будут видны звезды, находящиеся теперь в верхней кульминации, от зенита к северу — в нижней кульминации.

когда Марс виден на фоне северных зодиакальных созвездий. Подобно Солнцу, летом он высоко поднимается над горизонтом и светит в течение всей долгой зимней ночи, как Солнце в летний день. Последующие противостояния постепенно сдвигаются на весенние, а затем летние месяцы. Тогда Марс будет передвигаться из северных в южные зодиакальные созвездия. За счет этого уменьшается его высота над нашим горизонтом, сокращается время его видимости.

Великие и соседние с ними противостояния Марса всегда приходятся на летние месяцы. Поэтому условия его наблюдения наиболее благоприятны на южных географических широтах и значительно хуже на северных. Вот почему советские «охотники за Марсом» во время великих противостояний отправляются на южные обсерватории Крыма, Кавказа, Средней Азии. Только там Марс к полуночи довольно высоко поднимается над горизонтом, и атмосферные помехи меньше сказываются на весьма трудоемких наблюдениях этой планеты. В это же самое время на широтах Урала Марс виден довольно низко над горизонтом (около 15° — 25°), хотя он блистает на нашем небе как одно из красивейших ярких светил.

В таблице 3 на странице 156 приведены даты ближайших противостояний Марса, Юпитера и Сатурна до 1970 года, указано зодиакальное созвездие, в котором видна та или иная планета во время противостояния. Эти сведения помогут любителям астрономии в изучении звездного неба и наблюдениях за планетами.

Чтобы легче найти планету среди фона звезд, можно воспользоваться картами звездного неба для соответствующего времени года. Планету вблизи нужно искать в

Таблица 3

Годы	Марс	Юпитер	Сатурн
	месяц и дата противостояния, созвездие зодиака		
1962	—	27 августа Водолей	31 июля Козерог
1963	4—5 февраля Рак (+) ¹	30 сентября Рыбы (+)	12 августа Козерог
1964	—	2 ноября Овен (+)	24 августа Водолей
1965	12 марта Дева	5 декабря Телец (+)	5 сентября Водолей
1966	—	—	17 сентября Рыбы (+)
1967	18—19 апреля Скорпион	8 января Близнецы (+)	29 сентября Рыбы (+)
1968	—	10—11 февраля Лев (+)	11 октября Рыбы (+)
1969	1 июня Стрелец	14 марта Лев-Дева (+)	23 октября Овен (+)
1970	—	17 апреля Дева	4 ноября Овен (+)

¹ Знаком + отмечены северные зодиакальные созвездия.

зодиакальном созвездии, которое в указанный день проходит верхнюю кульминацию вблизи полуночи.

Марс и Венера находятся на таком расстоянии от Солнца, что на них, как и на Земле, возможна жизнь. Есть ли она там сейчас или была, каковы ее формы, каковы условия, необходимые для ее зарождения и развития? Возможность решить эти вопросы и привлекает к Марсу и Венере внимание многих крупных ученых всего мира. Эти планеты вызывают огромный интерес к себе у всех «землян».

В течение двух последних столетий ученые неустанно изучают эти планеты, выбирают самые благоприятные периоды для наблюдений, используют наиболее совершенные телескопы и другие приборы, чтобы разузнать природу этих миров. Но пока Марс и Венера наиболее красноречиво описаны в фантастических романах. Более скромны описания этих планет в научной литературе.

Вспомните, какие споры вызвал вопрос о каналах Марса! И несмотря на возросшую точность наблюдений этот спор до сих пор окончательно не решен. Да и Венера во многом остается загадочной планетой. Какие только мнения не высказывались о ней! Даже самые серьезные ученые в наши дни не могут удержаться от самых смелых и фантастических гипотез.

Можно с уверенностью сказать, что решение этих загадок не за горами. Все более и более мощные средства познания природы дает современная наука в руки исследователей космоса.

Огромные возможности открываются теперь перед радиоастрономией. Зарегистрированные на Земле радиоволны от Венеры говорят о мощных ионосферных бурях,

о некоторых пока еще неразгаданных явлениях в ее верхней атмосфере.

Во время последнего сближения Венеры с Землей (апрель 1961 г.) советскими радиофизиками был проведен блестящий эксперимент радиолокации Венеры. На планету был послан чрезвычайно узкий и мощный радиоимпульс, который через некоторое время был уверенно принят на Земле. По форме отраженного сигнала удалось узнать продолжительность суток Венеры. Точная регистрация момента посылки и приема радиосигнала известной частоты дала возможность более точно, чем это дает оптическая астрономия, определить не только расстояние до Венеры, но и уточнить так называемую астрономическую единицу — среднее расстояние между Землей и Солнцем. Без знания ее невозможно узнать точные размеры орбит планет, надежно вести расчеты трасс будущих космических кораблей.

В связи с благоприятным расположением Венеры относительно Земли в 1961 году 12 февраля к ней был направлен первый разведчик космоса — автоматическая межпланетная станция. За ним последуют другие, которые принесут нам новые сведения о строении пространства вне Земли и убедительные данные о физической природе далеких и близких к нам миров.



КОМЕТЫ МЕТЕОРЫ



Пожалуй, не найти другого небесного явления, с которым было связано такое изобилие предрассудков, суеверий, нелепых сказаний, как с «хвостатыми звездами» — кометами, или «падающими звездами» — метеорами и болидами. Эти явления постоянно использовались церковниками всех мастей как устрашающая сила, с помощью которой им удавалось держать темные массы народа под властью «всемогущего бога». Появление ярких комет, падение небесных камней-метеоритов назывались «небесными знамениями», выражающими божью волю или гнев, их считали предвестниками «конца мира», наступления войн, эпидемий, голода и других бедствий. Об этом говорят хроника и летописи разных времен и народов. Немало записей такого рода содержат и старинные русские летописи.

В Ипатьевской летописи древней Руси говорится, что в 1264 году на востоке появилась страшная звезда, испускающая длинные зловещие лучи и предвещающая великий мятеж. В Псковской летописи 1520 года записано:

«Было знамение на небесах; появилась звезда хвостатая. Знамение это не на добро, а на зло; быть либо мору, либо разорению, либо голоду».

Люди старшего поколения, наверное, еще хорошо помнят появление яркой кометы Галлея в 1910 году. Невиданных размеров паника охватила тогда многие страны, над землями которых в течение нескольких месяцев сияла эта небесная странница. Согласно расчетам ученых, между 18 и 19 мая 1910 года ожидалось прохождение Земли через хвост этой кометы.

Используя данные науки о том, что в хвостах комет имеется некоторое количество ядовитых газов, церковники стали усиленно распространять слухи о неизбежной гибели всего живого на нашей планете. На улицах и в церквях служили молебны. Проповедники разных религий не успевали исповедовать всех желающих. Деньги и дары от верующих рекою текли в казну монастырей, храмов...

Но комета прошла мимо Земли и скрылась в глубинах космического пространства, не причинив никакого вреда.

Кометы не один раз использовались имущими классами для разрядки политической напряженности, для прикрытия всех неурядиц и затруднений, для отвлечения доверчивых и темных людей от борьбы против социальных несправедливостей.

Но проходит неделя, а иногда месяц, и яркая, наводившая страх и смятение комета постепенно тускнеет, уменьшается в размерах, а потом превращается в слабо светящееся туманное пятнышко, чтобы вскоре совсем растаять на темном фоне неба.

Наука теперь в значительной мере изучила природу комет, «падающих звезд» и других редких небесных явлений, она давно уже опровергла религиозные, проникнутые страхом легенды об их чудесном происхождении и какой бы то ни было связи с социальными явлениями общественной жизни.

Остается все меньше и меньше небесных явлений, которые церковники и невежественные люди могли бы истолковать как проявление божьей воли. Сейчас мало кто (даже из служителей религии) осмеливается причислить такие величественные явления природы, как затмения Луны и Солнца, к «чудесам» — и это понятно: наука с поразительной точностью предсказывает на много десятков лет вперед сроки солнечных и лунных затмений. Овладев законами движения небесных тел, она и следа не оставила от былой таинственности и необыкновенности затмений.

Другое дело, кометы, метеоры и болиды. Почему их до сих пор иногда называют «необыкновенными» небесными явлениями, почему они и теперь поражают своим появлением? Прежде всего потому, что это редкие и очень необычные по виду небесные тела. Наука давно доказала, что и в этих явлениях нет ничего сверхъестественного, необычного, но предсказать появление многих из них мы пока еще не умеем. Вот почему огненные мечи комет, падение ярких болидов и метеоритов обычно бывают неожиданными.

Что же собой представляют кометы? Как они наблюдаются? Характерными особенностями комет является их заметное движение среди звезд и чрезвычайно быстрое изменение внешнего вида. Сначала в сильные телескопы

можно увидеть небольшое туманное пятнышко, движущееся на фоне созвездий. Постепенно размеры этого пятна увеличиваются, свечение становится ярче, а с приближением кометы к Солнцу у нее начинает образовываться хвост. У большинства комет хвосты едва видны, но у некоторых наиболее ярких комет они тянутся на десятки градусов, закрывая собой несколько созвездий. Астрономы часто называют хвосты комет «видимым ничто». В самом деле, они так прозрачны, что сквозь вещество хвоста просвечивают без изменения блеска даже самые слабые звезды.

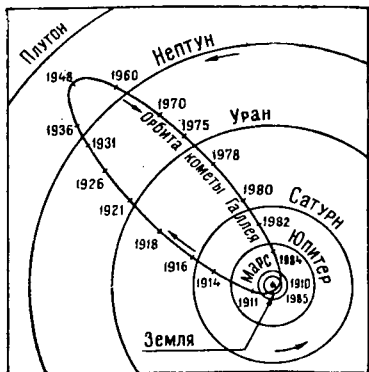
Серьезное изучение комет началось сравнительно недавно. Известный датский астроном XVI века Тихо Браге первым задался целью определить расстояние до одной из ярких комет. Он показал, что кометы являются небесными телами, опровергнув ложные высказывания ученых древности, которые считали их образованиями в атмосфере Земли. Но только в конце XVII века великий Ньютон, открывший закон всемирного тяготения, высказал мысль, что кометы, подобно планетам, обращаются вокруг Солнца, и предложил способ определения их орбит, который в дальнейшем был широко использован его учеником Галлеем.

Огромная заслуга Галлея состоит в том, что он, произведя обработку наблюдений многих комет, открыл их периодичность, предсказал возвращение к Солнцу одной из наиболее ярких комет, которая носит его имя.

Сейчас доказано, что кометы — многочисленные тела солнечной системы. В отличие от планет, вращающихся вокруг Солнца по орбитам, близким к окружностям, кометы обычно движутся по сильно вытянутым эллипсам,

в одном из фокусов которых находится Солнце. Сейчас известно более 170 периодических комет, время от времени возвращающихся к Солнцу. Периоды их обращения очень различны: от трех с небольшим до нескольких тысяч лет. Кометы обходят Солнце в различных направлениях, по-разному в пространстве расположены плоскости их орбит. Вследствие движения по сильно вытянутым эллипсам, они могут то очень близко подходить к Солнцу, то удаляться от него на огромные расстояния. Возьмем, например, одну из самых известных периодических комет — комету Галлея (рис. 44). Она обращается вокруг Солнца за 75—76 лет. В перигелии она подходит к Солнцу на расстояние вдвое меньшее чем радиус орбиты Земли, оказываясь между Землей и Солнцем, зато в афелии она удаляется за орбиту одной из самых дальних планет солнечной семьи — Нептуна. На рисунке показаны положения этой кометы на орбите в разные годы. В следующий раз комета Галлея вернется к Солнцу и Земле в 1985—1986 годах, и ее можно будет наблюдать на звездном небе простым глазом. За последние 2200 лет эта комета уже 26 раз возвращалась к Солнцу.

Рис. 44.



С чем связано появление кометы на звездном небе? Когда она становится доступной для наблюдений?

Основной частью кометы является ее ядро, состоящее из плотных каменных глыб и замерзших газов со вцементированными в них частицами пыли. Не один раз ученые задавались целью определить размеры кометных ядер. Однако вследствие своей малости они не поддаются измерениям даже при наблюдении в мощные телескопы. Когда кометы проходят вблизи планет, они не оказывают на них какого-либо влияния. Это дает возможность сделать приближенные оценки размеров и масс кометных ядер. Их диаметр не превосходит нескольких десятков и сотен метров.

Когда комета находится вдали от Солнца, то ее твердое ядро отражает так мало солнечного света в окружающее пространство, что она недоступна наблюдениям в самые сильные телескопы. Но она заметно «преображается», когда из глубин солнечной системы все ближе и ближе подходит к Солнцу. Под действием солнечного излучения замерзшие газы, обволакивающие ядро, начинают испаряться, образуя протяженную газовую светящуюся оболочку, называемую головой кометы. Внутри этой оболочки часто можно видеть яркую точку, похожую на звезду. Это светит через голову кометы ее ядро. Такие явления происходят с кометой, когда она подходит к Солнцу на расстояние 300—400 миллионов километров (то есть в 2—3 раза большее, чем радиус орбиты Земли). Комета Галлея, как видно из рисунка 44, окажется на таком расстоянии в 1984 году.

В связи с образованием вокруг кометного ядра оболочки из светящихся газов заметно возрастает объем и

поверхность всего кометного тела. При этом головы комет становятся в несколько раз больше Земли. Иначе их нельзя было бы заметить.

Советские ученые остроумно использовали аналогичный прием для наблюдения космических кораблей, вернее, для контроля за траекторией их полета. С расстояний в десятки, а тем более сотни тысяч километров ракеты уже не наблюдаются оптически. Тогда в нужный момент на корабле производится выброс натриевого облака. Газ, быстро расширяясь в пространстве, под действием солнечного излучения создает вокруг корабля напоминающее комету объемное светящееся облако, которое легко удастся «обнаружить» в космосе.

Близость к Солнцу сильно влияет на яркость комет. Возрастает количество испарившегося газа, а под действием солнечного света, коротковолнового и корпускулярного излучения Солнца вещество кометы начинает светиться более интенсивно.

Только тогда кометы становятся видимыми в телескоп (а наиболее крупные и невооруженным глазом) в виде подвижного туманного пятна с яркой звездочкой посередине.

По мере дальнейшего приближения к Солнцу образуется хвост кометы, состоящий из сверхразреженного газа и мелких пылевых частиц. Таким образом, комета в период своего расцвета состоит из нескольких частей, весьма различных по своей природе: головы, ядра и хвоста. Хвосты комет очень сильно различаются по своему виду и строению. Мировой известностью пользуются работы по изучению комет, проведенные русскими учеными Ф. А. Бредихиным, С. В. Орловым.

У большинства комет хвосты направлены в сторону, противоположную Солнцу (рис. 45). Почему же разреженный газ и мельчайшие пылинки устремляются от Солнца? Конечно, каждая материальная частица в солнечной системе, взаимодействуя с Солнцем, притягивается им. Согласно зако-

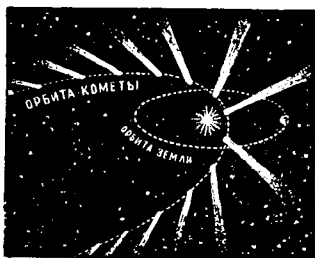


Рис. 45.

ну всемирного тяготения сила притяжения прямо пропорциональна массе взаимодействующих тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. Притяжение Солнца действует главным образом на кометное ядро, в котором сосредоточена основная масса кометы. За счет этого она движется по замкнутой эллиптической орбите вокруг Солнца. Иным образом взаимодействует Солнце с мельчайшими частицами — газовыми молекулами и пылинками, образующими ее хвост.

Помимо притяжения, Солнце оказывает и другое действие на тела солнечной системы, «отталкивает» их силой светового давления. Это физическое явление было теоретически предсказано английским ученым Максвеллом и практически изучено в изумительных опытах известного русского физика П. Н. Лебедева. Если притяжение зависит от массы тел, то «отталкивание» световым давлением зависит от величины поверхности той частицы, на которую действует световой поток. На крупные, массивные тела световое давление производит ничтожно малое дей-

ствие, его практически невозможно заметить. Но если масса частиц мала по сравнению с их поверхностью, а именно таковы молекулы газа, то световое давление начинает преобладать над силой притяжения частиц Солнцем.

Световое давление — важнейший фактор, объясняющий направленность хвостов комет в сторону от Солнца. Не исключена возможность, что немалую роль в формировании хвостов комет играют электрические и магнитные силы Солнца.

Под действием «отталкивания» вещество головы кометы с огромной скоростью уносится от Солнца. У комет с яркими прямолинейными хвостами неоднократно наблюдали выбросы целых газовых облаков. Во время наибольшего приближения к Солнцу кометы становятся самыми крупными (по линейным размерам) телами солнечной системы. Например, у кометы 1744 года хвост имел длину 20 миллионов километров, а у кометы 1680 года достигал даже 240 миллионов. Эти кометы во много раз превосходили размеры самого гигантского тела солнечной системы — Солнца, диаметр которого «всего лишь» 1 392 000 километров. Но масса комет ничтожно мала. Она по крайней мере в миллион раз меньше массы Земли. Ясно, что, обладая такой малой массой, кометы подвержены значительному влиянию планет. Вследствие этого происходит постоянное изменение орбит комет и их периодов обращения вокруг Солнца.

За последние десятилетия жителям северного полушария не удавалось наблюдать этих хвостатых небесных путников без телескопа. Но вот в 1957 году появились одна за другой две довольно яркие кометы, которые

были названы именами ученых, впервые обнаруживших их на небе. Это апрельская комета Аренда и Роланда и августовская Мркоса. Много ценных научных исследований было проведено над этими кометами. Были получены новые данные о строении солнечной системы.

Ежегодно астрономы наблюдают по несколько комет, но они относятся к слабым телескопическим объектам, которые видны только в сильные зрительные трубы.

Бурный расцвет кометы, когда она проходит вблизи перигелия, не проходит для нее даром. Вещество хвоста, выброшенное на миллионы километров от кометного ядра, со временем теряет с ним связь. Газовые частицы рассеиваются в пространстве, а выброшенные пылевые частицы растягиваются вдоль орбиты кометы.

С каждым новым возвращением кометы к Солнцу теряется новая порция газовой-пылевой вещества, которое идет на образование головы и хвоста. Запас замороженного газа на глыбах ядра ограничен. Поэтому с течением времени комета перестает быть видимой, она превращается в сгусток твердых каменных осколков и рассыпавшихся вдоль орбиты мелких частиц, совершающих совместный полет вокруг Солнца.

Ученых и сейчас занимает вопрос, где же в космических просторах рождаются такие тела, которые в определенный период своего существования превращаются в удивительно красивые, изменчивые по виду и необычайные по форме образования. Его решение — дело будущего.

А что собой представляют другие «необыкновенные явления», поражающие нас быстротой полета и яркостью вспышки? Это метеоры и болиды.

Не проходит ни одной ясной безоблачной ночи, чтобы мы не оказались очевидцами того, как на небе мелькает узкий световой след, прорезающий черный бархат ночи.

Нам кажется, что какая-то звездочка вдруг сорвалась со своего места и стремительно падает вниз, к Земле. Пройдет одно-два мгновения — и след угасает. Еще в незапамятные времена люди неверно называли подобные явления «падающими звездами». На самом же деле ни одна звезда с неба не падает, а подобно Солнцу совершает свой плавный бег в нашей Галактике. Сколько мы ни видим «падающих звезд», количество видимых нами звезд во Вселенной остается прежним.

Значительно реже мы можем видеть, как на фоне звездного неба проносится светящийся шар довольно больших размеров с огненной головой и длинным светящимся хвостом. Стремительный полет такого тела сопровождается очень часто пронзительным, постепенно нарастающим свистом и громовыми раскатами. В обоих случаях мы наблюдаем родственные по своей природе явления. Первое называют метеором, второе — болидом, что буквально означает «шарообразный».

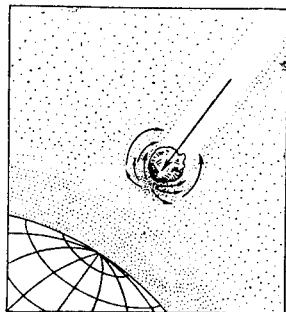
Современная наука располагает достаточно полными сведениями о природе этих явлений. В солнечной системе носится неисчислимое множество мелких космических тел. Под действием притяжения Солнца они тоже обращаются вокруг него по своим орбитам. Самым причудливым образом располагаются их пути в солнечной системе. Разнообразна форма их орбит. Этих мелких и мельчайших твердых тел так много, что не исключена возможность их встреч с более крупными телами солнечной системы —

планетами. Кроме того, частицам-крошкам с массой в несколько миллиграммов или граммов трудно сохранить свою независимость в солнечной системе и продолжать движение по неизменной орбите. Большие планеты сильно изменяют траекторию их полета, притягивают к себе, создавая тем самым более благоприятные условия для их взаимных встреч. Но только немногие из них встречаются с планетами, вторгаясь в их атмосферу.

До запуска космических ракет со специальными счетчиками метеорных частиц мы узнавали о их существовании только при вторжении частиц в земную атмосферу. До последнего времени считали, что засоренность пространства солнечной системы пылевыми частицами весьма велика и может оказать большие помехи безопасности движения космических кораблей. При этом страшна не сама частица, а, конечно, та огромная скорость, с которой она движется в пространстве. Опыты, проведенные на искусственных спутниках земли и космических ракетах, показали, что метеорная опасность не так уж велика. Чрезвычайно редки встречи с частицами, которые в какой-либо степени могут нанести ущерб обшивке корабля.

Что же происходит, когда частица с космической скоростью врывается в атмосферу Земли? Вспышка метеора возникает в атмосфере на высоте около 80—120 кило-

Рис. 46.



метров. Только здесь становятся довольно частыми столкновения метеорной частицы с молекулами и атомами земной атмосферы. Быстро движущийся метеор производит при этом ионизацию атмосферных газов. Вдоль траектории движения твердой частицы образуется ионизованный след, который может быть надежно зарегистрирован радиолокатором. При своем движении космическое тело сильно деформирует атмосферу. С каждым мгновением оно продвигается в более плотные слои, сжимая перед собой атмосферные газы. Позади него образуется на короткое время разреженное пространство в виде узкого канала.

Сжатые газы в передней части метеорного тела образуют так называемую воздушную подушку, которая оказывает огромное сопротивление стремительно движущейся частице (рис. 46). Энергия сжатия газов воздушной подушки переходит в тепло, за счет чего газ нагревается до нескольких сотен, а то и тысяч градусов. Само метеорное тело раскаляется, плавится... Разность давления в головной и тыловой частях метеора приводит к тому, что сжатые газы из воздушной подушки вырываются в образовавшийся разреженный канал, унося с собой частицы плавящегося и разрушающегося метеорного тела. Итак, «падающая звезда» есть лишь процесс разрушения маленького космического тела, попавшего в плен земной атмосферы.

Особенно велико количество телеметеоров, вспышки которых можно видеть только в бинокль или телескоп. Яркость метеорных вспышек принято выражать в звездных величинах. Наиболее яркие метеоры первой и даже нулевой или минус первой величины превосходят по

блеску звезды и светят белым или даже голубоватым светом. Более слабые метеоры вырисовываются на темном фоне неба лишь при внимательном наблюдении.

Длительность процесса и интенсивность разрушения метеорного тела зависит от массы частицы, вторгшейся в атмосферу, и скорости ее движения относительно Земли. Метеорные тела летят вблизи орбиты Земли со скоростями около 40 км/сек. относительно Солнца.

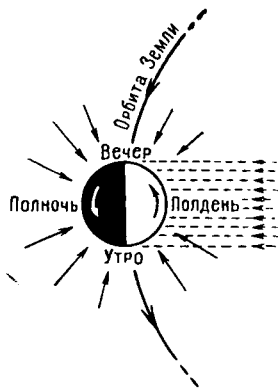


Рис. 47.

Наблюдения показали, что к утру число встреч с ними заметно возрастает, причем в большем количестве наблюдаются яркие метеоры. Отчего бы это могло происходить? Почему утренняя сторона Земли «привлекает» к себе большее число метеоров?

Земля обращается вокруг оси и вокруг Солнца против хода часовой стрелки. Со всех сторон несутся к ней мельчайшие частицы. Посмотрите на утренний край нашей планеты (рис. 47). Он является как бы передней носовой частью огромного корабля, движущегося вперед со скоростью около 30 км/сек.

Если считать, что метеорные тела движутся к Земле с одинаковыми скоростями (по отношению к Солнцу) и массы их в среднем одинаковы, то, как видно, на утренней и вечерней сторонах нашей планеты сложение скоро-

стей движущейся Земли и метеорного тела происходит по-разному. На утреннюю сторону нашей планеты будут падать преимущественно встречные метеоры, а на вечернюю — догоняющие Землю.

Будет ли одинаковой скорость вторжения этих частиц в атмосферу Земли? Конечно, нет. Встречные метеорные тела влетают в атмосферу Земли со скоростью до 70 км/сек. (40+30), а догоняющие — только со скоростью около 10 км/сек. (40—30). Само собой разумеется, что если в первом случае взаимодействие частицы с атмосферой приводит к возникновению яркого метеора, то во втором процессе сгорания и разрушения идет менее интенсивно. Не все частицы, влетающие с такой скоростью в атмосферу Земли, могут дать явление сколько-нибудь заметного метеора.

Бывают периоды, когда Земля встречается с целым роем частиц, движущихся гуськом почти по одной и той же орбите. Тогда за короткий промежуток времени, пока Земля пересекает такой поток, в атмосферу влетают частица за частицей.

В некоторых случаях в течение часа можно насчитать до нескольких сотен, а то и тысяч метеоров, вылетающих как бы из одной области неба (из одного созвездия). В атмосферу Земли эти частицы, движущиеся по одной орбите, влетают по параллельным траекториям. Но так как вспышки метеоров и их угасание происходят на разных высотах (от 120 до 50 километров), то, подобно тому, как мы видим рельсы сходящимися вдали и расходящимися к наблюдателю, так и метеорные следы на фоне звездного неба кажутся расходящимися из некоторого центра. Точку, а точнее область неба, откуда, как кажется,

вылетают метеоры, называют радиантом метеорного потока (рис. 48). Часто всему метеорному потоку дают название по тому созвездию, в котором находится радиант. Хорошо известны Персеиды (радиант в созвездии Персея), Лириды, Леониды (в созвездии Льва) и Геминиды (от латинского названия созвездия Близнецы, где находится радиант этого потока). Сейчас изучено свыше 15 метеорных потоков.

Ежегодно Земля пересекает какой-нибудь поток. Метеорный поток Персеид наблюдается в первую половину августа. Максимум метеоров приходится на 10—12 августа, тогда можно зарегистрировать до 50 вспышек в час. Земля в это время проходит наиболее плотную часть роя. Геминиды — другой наиболее активный в настоящее время метеорный поток — наблюдается во второй неделе декабря. Максимум приходится на 12-е число.

Периоды пересечения Землею метеорных потоков очень удобны для наблюдения метеоров. Только тогда известно, в какой области неба следует ожидать появления вспышки.

Помимо визуальных наблюдений, состоящих в простом счете числа метеоров, записи времени появления каждого из них, нанесения метеорного следа на звездную карту и проведения глазомерных оценок цвета и блеска метеоров, особую ценность имеют фотографические наблюдения. Для этого фотоаппарат устанавливают на бесконечность, оптическую ось направляют на радиант и в течение 40—50 минут камеру держат открытой. Пленка должна быть наивысшей чувствительности.

Простые визуальные и фотографические наблюдения имеют большую научную ценность и доступны любому



Рис. 48.

человеку, который стремится помочь науке в изучении космического пространства. Изучая материалы наблюдений одних и тех же метеоров из разных мест Земли, ученые умеют вычислять высоты возгорания и угасания метеоров, скорость их движения и торможения в земной атмосфере, определять орбиту метеорного потока.

Неоднократные наблюдения показали, что в одних потоках частицы равномерно распределены по всей орбите (Персеиды), в других — уплотнены и образуют заметные сгущения в виде ядра (Леониды).

Когда Земля проходит такие уплотненные области метеорных потоков, число метеоров настолько возрастает, что наблюдается «звездный дождь», или «ливень». Таки-ми явлениями сопровождалась многочисленная встреча Земли с Леонидами. Через 33 года Земля проходила через ядро этого метеорного потока.

Научные описания «звездных дождей», порожденных ноябрьскими Леонидами, были сделаны в 1799, а затем в 1833 годах. «Звездный дождь» наблюдался на всем ночном полушарии Земли. Очевидцы утверждали, что звезды «падали», как хлопья снега в зимнюю метель. Несведующие люди были потрясены и укрывались под сводами церквей и соборов. Это был изумительный по красоте небесный фейерверк. Число метеоров было настолько большим, что трудно было вести их счет. Если обычно можно насчитать в среднем до 10 метеоров в час, то во время звездного дождя 1833 года с одного места отмечали до 70 000 метеоров в час (около 20 метеоров в секунду).

Когда ученые обратились к старинным китайским, японским, арабским и древнерусским летописям, то наш-

ли там много записей о наблюдениях «звездных дождей». Многие из них связаны с прохождением Земли уплотненного ядра в метеорном потоке Леонид. Первую запись о «звездном дожде», порожденном Леонидами, сделали китайские летописцы 3700 лет назад!

«Звездный дождь» Леонид, предсказанный в ноябре 1866 года, наблюдался повсеместно, хотя с заметно меньшим числом метеоров. Земля задела лишь крайние области этого метеорного роя. В 1899 году метеоров было очень мало. Оказалось, что между 1866 и 1899 годом наиболее плотная часть метеорного роя прошла вблизи Юпитера и Сатурна — главных «возмутителей спокойствия» малых тел солнечной системы. Притяжение этих гигантских планет оттянуло орбиту этого потока на миллионы километров в сторону от Земли, и мы лишились возможности наблюдать с Земли это поразительное явление природы.

Но бывает и так, что возмущения планет изменяют орбиты неизвестных метеорных потоков, «наводя» их на Землю. Тогда мы можем неожиданно оказаться очевидцами нового небесного фейерверка. Так случилось совсем недавно, 9 октября 1933 года. Как только над европейской частью нашей страны сгустились сумерки, небо усеяли слабые, но многочисленные метеоры. В максимуме их число доходило до 350 метеоров в минуту. Этот «звездный дождь» наблюдали также и в западно-европейских странах. Радиант потока находился в созвездии Дракона, и поток называли Драконидами. Возможно, что Земля проходила через окраинные области роя, поэтому «звездный дождь» наблюдался недолго. Через час-два число метеоров уменьшилось в 10 раз.

9—10 октября 1946 года Дракониды повторились. В предрассветное время в Западной Европе наблюдали «звездный дождь» такой же обильный, как и у нас в 1933 году. На территории Советского Союза в это время было уже утро. И только радиолокационные наблюдения радианта показали заметное возрастание числа вторжений мелких частиц. Но впоследствии возмущения Юпитера оттянули этот поток от Земли, и теперь в октябре можно наблюдать лишь ничтожное увеличение метеоров в созвездии Дракона.

При встречах метеорного потока с какой-либо планетой, в частности с Землей, происходят заметные потери частиц, поглощаемых атмосферой. Распыленное метеорное вещество постепенно оседает на Землю, и ее масса несколько возрастает. По приближенным подсчетам, на Землю за сутки выпадает от полутора до шести тысяч тонн мелкой метеорной пыли. Конечно, эта «прибавка» ничтожна по сравнению с массой Земли. Если бы, например, в течение последних двух миллиардов лет распыленное метеорное вещество оседало на Землю с неизменной интенсивностью, то на поверхности Земли накопился бы слой метеорной пыли всего в 10 сантиметров.

Сейчас известно, что многие известные метеорные потоки порождены кометами. Оказывается, их орбиты практически совпадают. Так, например, метеорный поток Леонид связан с кометой 1866 I года, поток Персеид — с кометой 1862 III года, Ориониды — с кометой Галлея и так далее. Причем процесс распада комет и образования метеорного потока идет медленно, а последовательные возвращения комет к Солнцу только ускоряют последующее формирование потока.

Несколько раз наблюдали прямой распад и дробление комет, когда они проходили наиболее активную и опасную для них в солнечной системе часть пути — вблизи еригелия. Комета 1889 года на глазах пораженных зрителей распалась на 5 частей, от главной кометы отпочковались четыре спутницы, которые продолжали двигаться вслед за ней по той же орбите. У всех у них были хвосты. При последующем появлении наблюдалась только главная комета. Куда же девались ее попутчицы? Они рассеяли свое вещество вдоль орбиты своей родоначальницы и могут напомнить о своем былом существовании при встречах с каким-либо другим космическим телом.

Интересную участь пережила комета Биэлы. Ее открыли в 1826 году и тогда же вычислили орбиту. Оказалось, что она уже появлялась в 1772 году. Период обращения кометы Биэлы вокруг Солнца был равным 6,5 года. В 1846 году она на глазах наблюдателей распалась на две части. Сильно ослабленными по яркости и довольно далекими друг от друга их еще видели в 1852 году. С тех пор комета не появлялась. Только 27 ноября 1872 года она о себе напомнила. Область неба, откуда ожидали появления потерянной кометы, была усеяна медленными и довольно слабыми «падающими звездами». В максимуме число метеоров доходило до ста в минуту. «Звездный дождь», порожденный кометой Биэлы, повторился еще в 1885 году и был хорошо виден в России.

Исследования этой кометы показали, что она, распавшись, образовала метеорный рой, причем непрерывный распад кометы длился более ста лет. Возмущения Юпитера в конце XIX века сильно отклонили орбиту этого

потока, и теперь рой крошечных темных тел, остаток распавшейся кометы Биэлы, остается незамеченным, поскольку его траектория пролегает вдали от Земли.

Гораздо реже происходят встречи Земли с крупными телами, имеющими массу в несколько килограммов, а тем более в сотни и тысячи килограммов. На небесном своде в это время мы видим яркий стремительно движущийся шар с длинным огненным шлейфом. Это болид. У некоторых болидов головы превышают в поперечнике угловой диаметр лунного диска ($0,5^\circ$). Яркость болидов тогда настолько велика, что некоторые из них видны днем. Пораженные и напуганные появлениями болидов, люди следили легенды и сказы о «змеях-горынычах», о чудовищных «огненных драконах», несущих людям зло и несчастье.

Но болид — естественное, хотя и довольно редкое, явление природы, возникающее в атмосфере при вторжении в нее с огромной космической скоростью сравнительно крупных тел. Такие тела проникают глубоко в атмосферу, резко замедляя свое движение, сильно разогреваются, но не всегда успевают целиком превратиться в пар. Энергия движения расходуется на сжатие атмосферы и разогрев «воздушной подушки» и самого метеорного тела. На высотах в 10—20 километров сопротивление атмосферы настолько велико, что оно почти полностью гасит космическую скорость. Эта часть траектории метеорного тела называется областью задержки. Здесь обычно прекращаются световые явления в атмосфере. Вблизи области задержки движущаяся масса часто раздробляется, и ее остатки свободно падают на Землю в виде метеоритов. Тогда наблюдатели могут видеть, как огром-

ный огненный шар, распадаясь на тысячи сверкающих брызг, превращается в «звездный дождь». Более массивные куски пролетают вперед, мелкие массы падают позади, образуя воронки различных размеров. На Земле известно немало мест, где сохранились воронки метеоритного происхождения.

Во время полета крупных метеорных тел с космической скоростью в атмосфере возникает баллистическая волна. «Ударяясь» о Землю, она порождает сильный звук. Вот почему полет болида сопровождается свистом, громовыми раскатами, а иногда и сотрясениями почвы. Эти явления происходят уже в довольно плотных слоях атмосферы. В безвоздушном межзвездном пространстве любой полет происходит беззвучно.

Если вам когда-либо случится наблюдать яркий болид, постарайтесь запомнить, в каком направлении он двигался, как проходил его след на фоне неба, а затем нанести его на звездную карту, отметить время, записать характер свечения, цвет болида и другие сопутствующие явления. Располагая несколькими наблюдениями болида из разных мест, ученые могут вычислить орбиту «пришельца из космоса», определить скорость его движения и многое другое. Такие наблюдения следует направлять по адресу: Москва, К-9, п/я 1268, Всесоюзное Астрономо-геодезическое общество. Можно адресовать свои наблюдения и Свердловскому отделению этого общества. (Свердловск, ул. 8 Марта, 1).

Полет ослепительно яркого болида наблюдали утром 12 февраля 1947 года многие жители Приморского края. Болид получил название Сихотэ-Алиньского, потому что выпал на склонах одноименного горного хребта. Взрыва

при падении метеорных масс на Землю не последовало: железные куски падали с небольшой скоростью. Область задержки оказалась очень низкой — всего 5 километров над поверхностью Земли. Там и произошло дробление метеоритной массы. На месте падения железного дождя обнаружено 106 воронок диаметром от 0,6 до 28 метров. Наибольшая глубина достигает 6 метров. Собрано множество осколков с массой от нескольких граммов до 1745 килограммов. Они хранятся главным образом в Москве, в Комитете по метеоритам АН СССР.

В последние годы неоднократно наблюдались яркие болиды на Урале. Иногда удавалось разыскать метеоритные массы.

Еще и сейчас в некоторых странах «небесные камни — метеориты, являются предметом религиозного культа. Церковники твердили и твердят, что эти «небесные посланцы» — дары бога, а поэтому им надо поклоняться. В городе Мекке (Аравия), например, в течение очень долгого времени хранится метеорит, названный черным камнем Каабы. Он вделан в серебряную оправу, на которой написаны изречения из Корана. Этот камень объявлен «священным», и ему поклоняются мусульмане. Но мы видели, что падение метеоритов на Землю не имеет ничего общего с «творением божьим», «чудесами».

В солнечной системе много открытых, а еще больше неоткрытых тел малой массы. Они довольно часто встречаются с Землей и выпадают в виде метеоритов. Мощная броня земной атмосферы не всегда способна поглотить их. Каждый день где-нибудь на Земле падает метеорит. Но большинство из них попадает в океаны, полярные области, пустыни, мало населенные районы. А такие места

составляют большую часть нашей планеты. Да и не все метеориты, упавшие в других местах, удастся разыскать... Поэтому количество найденных «небесных камней» составляет лишь малую долю от того, что дарит нам космическое пространство. Каждый найденный метеорит — большая ценность для науки, ведь это единственные небесные тела, которые можно подвергать разнообразным физическим и химическим исследованиям в земных лабораториях. На основании таких экспериментов ученые убедились, что небесные камни имеют такой же состав, что и земные породы. Значит, вопреки религиозным сказкам о коренном различии «земного» и «небесного», метеориты принесли нам весть о полном сходстве состава небесных тел и Земли, о едином химическом составе тел Вселенной.

Веками и тысячелетиями оставалось неизменным звездное небо. Сменялись поколения, вырастали новые города, создавались государства, изменялся облик Земли, но одни и те же созвездия сияли над головами людей. Только кометы и метеориты изредка нарушали однообразную картину неба.

Но 4 октября 1957 года все люди мира с нетерпением ждали наступления ночи. Впервые в истории человечества звездное небо прочертил искусственный спутник Земли, созданный советским человеком. Среди старых светил появилась новая звезда. И вслед за первым спутником последовали второй и третий, была создана искусственная планета, запущены космические корабли.

Наконец, 12 апреля 1961 года человек сделал первый шаг в безграничные просторы Вселенной. Веками они казались недостижимыми, запретными для людей. Советский космонавт Юрий Гагарин нарушил этот запрет,

показал, что человек способен освоить и совершенно необычный для него мир Космоса. Так началась новая эра в истории человечества.

Царство покоя и неподвижности, каким рисовала небо религия, последнее прибежище бога, рухнуло под напором советской науки. Как бы ни изощрялись в хитрости религиозные проповедники всех церквей и направлений, теперь уже ясно: для бога не осталось места во всей бесконечной Вселенной. Сказки религии о загробном мире, о небесной жизни разоблачены очевидцем, который своими глазами видел небо за пределами Земли.

6 августа 1961 года советский человек вновь взмыл в космос. Летчик-космонавт Герман Титов пролетел выше 700 тысяч километров вокруг нашей планеты. Немного больше, чем за сутки, он семнадцать раз видел восход и заход солнца.

Полеты Юрия Гагарина и Германа Титова открывают новую эру и в астрономии. Вскоре человечество получит возможность наблюдать звездное небо за границей земной атмосферы. Недалеко то время, когда будет создана первая астрономическая обсерватория на Луне — в мире, где до конца раскроются колоссальные возможности оптических приборов. В телескопе, увеличивающем в миллионы раз, мы увидим новые звезды и галактики, подробнее изучим другие планеты — сестры Земли. А потом последуют полеты на Марс и Венеру и еще дальше, в глубины космоса.

Звездное небо раскроет нам новые тайны, человек откроет новые звездные миры в бесконечной Вселенной.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Земля и космос	15
Атмосфера и небо	33
Время наблюдения звездного неба	53
Звездное небо и географическая широта	77
Звездное небо и звездная карта	91
Ночное светило — Луна	121
Когда и как наблюдать планеты	135
Кометы, метеоры	159
Как изготовить подвижную карту звездного неба (вклейка)	

51
3316

**ЗИНАИДА НАКОЛАЕВНА
ШУКСТОВА**

Звездное небо

Редактор В. Колосницын
Художественно-технический редактор
Я. Черников

Корректоры
М. Казанцева и Т. Блохина.

Подписано к печати 13/IV 1962 г.
Уч.-изд. л. 7,23. Бумага $70 \times 108/32 = 2,93$
бумажного 8,05 печат. листа + 2 вклейки.
НС20208. Тираж 15 000. Заказ 581.
Цена 37 коп.

Типография издательства
«Уральский рабочий»,
Свердловск, ул. имени Ленина, 49.